

ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК / FORESTRY BULLETIN

Научно-информационный журнал

№ 2 ' 2019 Том 23

Главный редактор

Санаев Виктор Георгиевич, д-р техн. наук, профессор, директор Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Редакционный совет журнала

Артамонов Дмитрий Владимирович, д-р техн. наук, профессор, Пензенский ГУ, Пенза

Ашраф Дарвиш, ассоциированный профессор, факультет компьютерных наук, Университет Хелуан, Каир, Египет, Исследовательские лаборатории Machine Intelligence (MIR Labs), США

Беляев Михаил Юрьевич, д-р техн. наук, начальник отдела, зам. руководителя НТЦ РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, Москва

Бемман Альбрехт, профессор, Дрезденский технический университет, Институт профессуры для стран Восточной Европы, Германия

Бурмистрова Ольга Николаевна, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет»

Деглиз Ксавье, д-р с.-х. наук, профессор Академик IAWS, академик Французской академии сельского хозяйства, Нанси, Франция

Драпалюк Михаил Валентинович, д-р техн. наук, профессор, проректор по науке и инновациям ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», Воронеж

Евдокимов Юрий Михайлович, канд. хим. наук, профессор, академик Нью-Йоркской академии наук, чл.-корр. РАЕН, член центрального правления Нанотехнологического общества России, Москва

Залесов Сергей Вениаминович, д-р с.-х. наук, профессор, УГЛТУ, Екатеринбург

Запруднов Вячеслав Ильич, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Иванкин Андрей Николаевич, д-р хим. наук, профессор, академик МАНВШ, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Кирюхин Дмитрий Павлович, д-р хим. наук, ИПХФ РАН, Черноголовка

Классен Николай Владимирович, канд. физ.-мат. наук, ИФТТ РАН, Черноголовка

Кожухов Николай Иванович, д-р экон. наук, профессор, академик РАН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Козлов Александр Ильич, канд. техн. наук, ученый секретарь Совета ОАО «НПО ИТ», Королёв

Комаров Евгений Геннадиевич, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Корольков Анатолий Владимирович, д-р физ.-мат. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Котиев Георгий Олегович, д-р техн. наук, профессор, кафедра «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Кох Нильс Элерс, д-р агрономии в области лесной политики, профессор, Президент IUFRO, Центр лесного и ландшафтного планирования университета, Копенгаген, Дания

Кротт Макс, профессор, специализация «Лесная политика», Георг-Аугуст-Университет, Геттинген, Германия

Леонтьев Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор, академик РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Липаткин Владимир Александрович, канд. биол. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Лукина Наталья Васильевна, член-корреспондент РАН, профессор, директор ЦЭПЛ РАН, зам. Председателя Научного совета по лесу РАН, Москва

Малашин Алексей Анатольевич, д-р физ.-мат. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Мартынюк Александр Александрович, д-р с.-х. наук, ФБУ ВНИИЛМ, Москва

Мелехов Владимир Иванович, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН, САФУ им. М.В. Ломоносова, Архангельск

Моисеев Николай Александрович, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Нимц Петер, д-р инж. наук, профессор физики древесины, Швейцарская высшая техническая школа Цюриха

Обливин Александр Николаевич, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН, МАНВШ, заслуженный деятель науки и техники РФ, МГТУ им. Н.Э. Баумана Москва

Пастори Золтан, д-р техн. наук, доцент, директор Инновационного центра Шопронского университета, Венгрия

Полещук Ольга Митрофановна, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Полуэтов Николай Павлович, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Родин Сергей Анатольевич, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАН, ВНИИЛМ, Москва

Рыкунин Станислав Николаевич, д-р техн. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Стрекалов Александр Федорович, канд. техн. наук, РКК «Энергия», ЗАО «ЗЭМ», Королёв

Теодоронский Владимир Сергеевич, д-р с.-х. наук, профессор, академик РАЕН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Титов Анатолий Матвеевич, канд. техн. наук, зам. начальника отделения, ученый секретарь Совета ЦУП ЦНИИМАШ, Королёв

Тричков Нено Иванов, профессор, доктор, проректор по научной работе Лесотехнического университета, София, Болгария

Федотов Геннадий Николаевич, д-р биол. наук, МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Чубинский Анатолий Николаевич, д-р техн. наук, профессор, СПбГЛТУ, Санкт-Петербург

Чумаченко Сергей Иванович, д-р биол. наук, профессор, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Шадрин Анатолий Александрович, д-р техн. наук, профессор, академик РАЕН, Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва

Шегельман Илья Романович, д-р техн. наук, профессор, Управление научных исследований, базовая кафедра «Сквозные технологии и экономическая безопасность», главный научный сотрудник ПетрГУ, Петрозаводск

Шимкович Дмитрий Григорьевич, д-р техн. наук, профессор, ООО «Кудесник», Москва

Щепашенко Дмитрий Геннадьевич, д-р биол. наук, доцент, старший научный сотрудник Международного института прикладного системного анализа (IIASA), Австрия

Ответственный секретарь Расева Елена Александровна

Редактор Е.Г. Купреянова

Перевод М.А. Карпухиной

Электронная версия Ю.А. Рязжской

Учредитель МГТУ им. Н.Э. Баумана

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-68118 от 21.12.2016

Входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

Материалы настоящего журнала могут быть перепечатаны и воспроизведены полностью или частично с письменного разрешения издательства

Выходит с 1997 года

Адрес редакции и издательства
141005, Мытищи-5, Московская обл.,
1-я Институтская, д. 1
(498) 687-41-33,
les-vest@mgul.ac.ru

Дата выхода в свет 10.04.2019.

Тираж 600 экз.

Заказ №

Объем 20,0 п. л.

Цена свободная

LESNOY VESTNIK / FORESTRY BULLETIN

Scientific Information Journal
№ 2 ' 2019 Vol. 23

Editor-in-chief

Sanaev Victor Georgievich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Director of BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Editorial council of the journal

Artamonov Dmitriy Vladimirovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Penza State
Ashraf Darwish, Associate Professor of Computer Science, Faculty of Computer Science, Helwan University, Cairo, Egypt, Machine Intelligence Research Labs (MIR Labs), USA
Belyaev Mikhail Yur'evich, Dr. Sci. (Tech.), Head of Department, Deputy Director of S.P. Korolev RSC «Energia», Moscow
Bemman Al'brekht, Professor, the Dresden technical university, professorate Institute for countries of Eastern Europe, Germany
Burmistrova Olga Nikolaevna, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Ukhta State Technical University, Ukhta
Chubinskiy Anatoliy Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Saint Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg
Chumachenko Sergey Ivanovich, Professor, Dr. Sci. (Biol.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Deglise Xavier, Dr. Sci. (Agric.), Academician of the IAWS, Academician of the French Academy of Agriculture, Nancy, France
Drapalyuk Mikhail Valentinovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Vice-Rector for Science and Innovation Voronezh State Academy of Forestry, Voronezh
Evdokimov Yuriy Mikhaylovich, Professor, Ph. D. (Chemical); academician of the New York Academy of Sciences, corr. Academy of Natural Sciences, a member of the Central Board of Nanotechnology Society of Russia, Moscow
Zalesov Sergey Veniaminovich, Professor, the Dr. Sci. (Agric.), USFEU, Ekaterinburg
Zaprudnov Vyacheslav Il'ich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Ivankin Andrey Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Chemical), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Kiryukhin Dmitriy Pavlovich, Dr. Sci. (Chemical), IPCP RAS, Chernogolovka
Klassen Nikolay Vladimirovich, Ph. D. (Phys.-Math.), ISSP RAS, Chernogolovka
Kokh Nil's Elers, Professor, the Dr. of agronomics in the field of forest policy, the President of IUFRO, the Center of forest and landscape planning of university Copenhagen, Denmark
Komarov Evgeniy Gennadievich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Korol'kov Anatoliy Vladimirovich, Professor, Dr. Sci. (Phys.-Math.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Kotiev George Olegovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Kozlov Aleksandr Il'ich, Ph. D. (Tech.), Scientific Secretary of the Board of «NPO IT», Korolev
Kozhukhov Nikolay Ivanovich, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Econ.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Krott Maks, Professor of Forest politics specialization, George-August-Universitet, Goettingen
Leont'ev Aleksandr Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU, Moscow
Lipatkin Vladimir Aleksandrovich, Professor, Ph. D. (Biol.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Lukina Natalya Vasilyevna, Corresponding Member of the RAS, Director of the Center for Sub-Settlement Research RAS, Deputy Chairperson of the Forest Research Council

Malashin Alexey Anatolyevich, Professor, Dr. Sci. (Physics and Mathematics), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow
Martynyuk Aleksandr Aleksandrovich, Dr. Sci. (Agric.), VNIILM, Moscow

Melekhov Vladimir Ivanovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, NARFU, Arkhangelsk
Moiseev Nikolay Aleksandrovich, Professor, Dr. Sci. (Agric.) academician of the Russian Academy of Sciences, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Niemz Peter, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c., Prof. for Wood Physics, ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology in Zurich; Eidgenossische Technische Hochschule Zurich)

Oblivin Aleksandr Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences and MANVSh, Honored worker of science and equipment of the Russian Federation, BMSTU, Moscow

Pasztor, Zoltan, Dr., Ph.D., Director of Innovation Center, University of Sopron, Sopron, Hungary

Poleshchuk Ol'ga Mitrofanovna, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Poluektov Nikolai Pavlovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Rodin Sergey Anatol'evich, Professor, the Dr. Sci. (Agric.), ARRISMF, Moscow

Rykunin Stanislav Nikolaevich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Shadrin Anatoliy Aleksandrovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Shegelman Ilya Romanovich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), PSU, Petrozvodsk

Shchepashchenko Dmitry Gennadievich, Associate Professor, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), Austria

Shimkovich Dmitriy Grigor'evich, Professor, Dr. Sci. (Tech.), OOO «Kudesnik», Moscow

Strekalov Aleksandr Fedorovich, Ph. D. (Tech.), Rocket and space corporation «ENERGIA», Korolev

Teodoronskiy Vladimir Sergeevich, Professor, Dr. Sci. (Agric.), academician of the Russian Academy of Natural Sciences, BMSTU (Mytishchi branch), Moscow

Titov Anatoliy Matveevich, Ph. D. (Tech.), Deputy Chief of Department, Scientific Secretary of the Board of MCC TSNIMASH, Korolev

Trichkov Neno Ivanov, professor, Dr., Vice-Rector for Research, Forestry University, Sofia, Bulgaria

Fedotov Gennadiy Nikolaevich, Dr. Sci. (Biol.), Lomonosov Moscow State University, Moscow

Assistant Editor Raseva Elena Aleksandrovna

Editor E.G. Kupreyanova

Translation by M.A. Karpukhina

Electronic version by Yu.A. Ryazhskaya

Founder BMSTU

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media Certificate on registration ПИ № ФС 77-68118 of 21.12.2016 The journal is included in the list of approved VAK of the Russian Federation for editions for the publication of works of competitors of scientific degrees Materials of the present magazine can be reprinted and reproduced fully or partly with the written permission of publishing house It has been published since 1997

Publishing house
141005, Mytishchi, Moscow Region, Russia
1st Institutskaya street, 1
(498) 687-41-33
les-vest@mgul.ac.ru

It is sent for the press 10.04.2019.
Circulation 600 copies
Order №
Volume 20,0 p. p.
Price free

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ

Обыдёнников В.И., Кожухов Н.И., Коротков С.А.

Актуальные проблемы отечественной лесной типологии 5

Цветков В.Ф.

Типы формирования насаждений и динамическая типология лесов 12

Киселева В.В.

Динамика типов леса и типов насаждений национального парка «Лосиный остров» 20

Полякова Г.А., Меланхолин П.Н.

Возрастная динамика некоторых типов сосновых насаждений Московского региона 29

Желдак В.И.

Природно-целевые объекты лесоводства — основа разработки и применения эффективных лесоводственных мероприятий в лесах различного целевого назначения 35

ЛЕСОВЕДЕНИЕ

Бажа С.Н., Басхаева Т.Г., Гунин П.Д., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Дугаржав Ч.

Основные пути обезлесения лесостепных ландшафтов на южной границе бореальных лесов в Монголии 45

Мартынова М.В., Султанова Р.Р.

Состояние нижних ярусов растительности в липовых лесах и на вырубках 55

Позднякова Е.А., Волкова Г.Л., Кухта А.Е.

Изменчивость линейного прироста сосны обыкновенной в различных типах биотопов Европейской территории России 61

Румянцев Д.Е., Стоноженко Л.В., Найденова Е.В.

Теоретические основы для определения оптимального состава древостоя, устойчивого к воздействию климатических факторов 70

Мустафин Р.Ф., Габдрахимов К.М., Рыжков И.Б., Раянова А.Р.

Насаждения на склонах при оценке размыва берегов рек 78

Ромашкин Д.Ю., Ромашкина И.В., Калнин В.В., Пророков А.А., Карпов А.Д.

Морфогенетическая оценка биологической устойчивости лесных насаждений в условиях радиоактивного загрязнения 84

Жидков А.Н., Коженков Л.Л.

Особенности биологического этапа рекультивации полигонов складирования вторичных материалов промышленности 92

Анисочкин Г.В.

Продуктивность насаждений Российской Федерации 98

ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ

Радин А.И., Марадудин И.И., Рябинков А.П., Раздайводин А.Н., Белов А.А.

К вопросу о классификации радиоактивных лесных пожаров 107

Ломов В.Д.

Пожарная опасность в лесах Владимирской Мещеры 115

ЛЕСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ

Царев А.П.

Биолого-структурные особенности и палеопроисхождение рода *Populus* L. (Обзор) 121

Лавренов М.А., Брынцев В.А.

Изменчивость морфологических признаков лиственницы даурской в условиях интродукции в Европейскую часть России 127

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА

Завидовская Т.С.

К характеристике парка-усадьбы Волконских — уникального природного и культурного объекта и перспективной ООПТ 133

МЕХАНИЗАЦИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Котов А.А., Алябьев А.Ф.

Моделирование потерь рабочей жидкости из покрытия контактора при химическом уходе за лесными культурами 141

ИСТОРИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мигунова Е.С.

Результаты разработки проблем лесной типологии и истории научных исследований 147

CONTENTS

FOREST TYPOLOGY

Obydyonnikov V.I., Kozhukhov N.I., Korotkov S.A. Domestic forest typology current issues	5
Tsvetkov V.F. Types of stand formation and dynamic forest typology	12
Kiseleva V.V. Dynamics of forest and stand types in the national park Losinyi Ostrov	20
Polyakova G.A., Melankholin P.N. Age dynamics of some pine forest types in Moscow region	29
Zheldak V.I. Natural and target objects of forestry as the basis for the development and application of effective forestry activities in the forests of different targeting	35

FORESTRY

Bazha S.N., Baskhaeva T.G., Gunin P.D., Danzhalova E.V., Drobyshev Yu.I., Dugarzhav Ch. Main ways of forest-steppe deforestation on the southern border of Mongolian boreal forests	45
Martynova M.V., Sultanova R.R. Ground vegetation layers condition in <i>Tilia cordata</i> Mill forests and on cuttings	55
Pozdnyakova E.A., Volkova G.L., Koukhata A.E. Variability of scotch pine linear increment in different types of biotopes in the European part of Russia	61
Rumyantsev D.E., Stonozhenko L.V., Naidenova E.V. Theoretical basis for determining optimal stands composition resistant to climatic factors	70
Mustafin R.F., Gabdrakhimov K.M., Ryzhkov I.B., Rayanova A.R. Vegetation on the slopes in the estimation of river banks erosion	78
Romashkin D.Yu., Romashkina I.V., Kalnin V.V., Prorokov A.A., Karpov A.D. Morphogenetic evaluation of biological tolerance of forest stands under the conditions of radioactive contamination	84
Zhidkov A.N., Kozhenkov L.L. Biological stage peculiarities of landfills reclamation for secondary industrial materials	92
Anisochkin G.V. Russian Federation forest productivity	98

FOREST PYROLOGY

Radin A.I., Maradudin I.I., Ryabinkov A.P., Razdaivodin A.N., Belov A.A. Issue of radioactive forest fire classification	107
Lomov V.D. Fire hazard in the forest of Vladimir Meshera	115

FOREST SELECTION

Tsarev A.P. Biology-structural features and paleoorigin of the genus <i>Populus</i> L. (Review)	121
Lavrenov M.A., Bryntsev V.A. Variability of Dahurian larch morphological features in conditions of introduction to the European part of Russia	127

LANDSCAPE ARCHITECTURE

Zavidovskaya T.S. Characteristics of Volkonsky estate park as a unique natural and cultural site and perspective specially protected natural area	133
--	-----

FORESTRY MECHANIZATION

Kotov A.A., Alyabiev A.F. Modeling losses of working fluid from cover of contactor in chemical care of forest crops	141
---	-----

HISTORY OF SCIENTIFIC RESEARCH

Migunova E.S. Results of forest typology issues and history of research	147
---	-----

УДК 630.187

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-5-11

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ

В.И. Обьдёнников, Н.И. Кожухов, С.А. Коротков

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
skorotkov@mgul.ac.ru

Приведен исторический обзор формирования науки о типах леса. Показано принципиальное отличие выделения типов леса в России от того, что было принято в Германии. Подчеркнута роль Г.Ф. Морозова как создателя учения о типах леса. Развитие идей Г.Ф. Морозова получило в работах по лесоводственно-экологическому и геоботаническому направлению. Природная и антропогенная динамика леса нашла отражение в генетической типологии Б.П. Колесникова и динамической типологии И.С. Мелехова. Генетическое и динамическое направления дополняют друг друга. Так, генетическое направление позволяет шире использовать знание биологии и экологии леса, его природную динамику, а динамическое — возможные пути формирования леса в связи с влиянием антропогенных факторов. В.И. Обьдённиковым предложена схема-модель формирования типов леса в связи с антропогенными факторами, дополняющая принципиальную схему академика И.С. Мелехова. Типы вырубок довольно хорошо изучены в лесах Европейской части России и в отдельных регионах таежных лесов Урала, Сибири и Дальнего Востока. Научная школа академика И.С. Мелехова имеет многочисленных учеников и последователей. Значение динамической типологии возрастает в связи с увеличивающимся масштабом антропогенного воздействия на лес.

Ключевые слова: лесная типология, динамическая типология, генетическая типология, типология вырубок

Ссылка для цитирования: Обьдёнников В.И., Кожухов Н.И., Коротков С.А. Актуальные проблемы отечественной лесной типологии // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 5–11. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-5-11

Лесная типология — это наука о типах леса и типах лесорастительных условий, изучающая их характер и специфические особенности, закономерности пространственного распределения и изменчивости, временной динамики и т. п. [1–8]. Природа лесов и условия их произрастания разнообразны. Поэтому в целях изучения лесов и ведения хозяйства в них давно возникла потребность в классификации лесного растительного покрова.

Цель работы

Поставлена задача провести исторический обзор формирования науки о типах леса, показать принципиальное отличие выделения типов леса в России от того, принятого в Германии.

Первые классификации лесных насаждений появились в Германии. Они были сугубо хозяйственными. Основными признаками, по которым выделялись типы насаждений в этих классификациях, являлись, прежде всего, состав и качество древостоев. Л.П. Рысин [9] отмечал, что выделение типов насаждений, предложенных немецкими лесоводами, осуществлялось с целью хозяйственной оценки древостоя и выбора необходимых способов лесоэксплуатации и лесовосстановления (лесовыращивания). В конце XIX в. в России начало формироваться новое научное направление в классификации лесов. Оно принципиально отличалось от зарубежного тем, что основывалось на знании природы лесов. Такое направление зародилось в недрах народа. Население, связанное с лесом в своей практической деятельности, учитывало связь леса с поч-

венными условиями. Г.Ф. Морозов [1] указывал, что лесоводы севера России впервые применили при классификации лесов типологический признак, основанный не только на составе, но и на условии местопроизрастания.

Многие лесоводы еще до Г.Ф. Морозова близко подходили к идее типов леса (И.И. Гуторович, Н.К. Генко, А.Ф. Рудзский, Д.М. Кравчинский, А. Каяндер, А.А. Крюденер и др.). Однако только Г.Ф. Морозов, как утверждал академик В.Н. Сукачев [10], с полным правом может быть признан создателем учения о типах насаждений. Академик И.С. Мелехов [11, 12] писал, что установление Г.Ф. Морозовым типов насаждений по почвам — важная заслуга его раннего периода. По мере накопления и дальнейшей разработки учения о типах Г.Ф. Морозов пришел к более широкому пониманию типа насаждений, в который включил совокупность всех лесообразователей.

Идеи Г.Ф. Морозова его последователями, по мнению И.С. Мелехова [11, 12], были восприняты неоднозначно. Одни опираются на почвенно-грунтовые условия исходя из положений Г.Ф. Морозова раннего периода (А.А. Крюденер, Е.В. Алексеев, П.С. Погребняк и др.), вторые восприняли концепцию Г.Ф. Морозова по совокупности всех лесообразователей (В.Н. Сукачев и его школа).

В основу лесоводственно-экологической типологии, по мнению Е.С. Мигуновой [13], положены идеи Г.Ф. Морозова и А.А. Крюденера. Она развита Е.В. Алексеевым, П.С. Погребняком, которые создали классификационную эдафическую

сетку лесов. Эту лесоводственно-экологическую типологию Л.П. Рысин [9] назвал украинским направлением в типологии леса. Е.С. Мигунова [13] отмечает работу, опубликованную в «Лесном журнале» за 1835 г. (в книге 1), частного лесничего одного из имений в Курляндии Г. Гаффельдера. В статье «Описание хозяйства в Цираусских лесах, в Курляндии» он приводит таблицу производительности лесных почв, почти аналогичную эдафической сетке П.С. Погребняка, появившейся лишь спустя 100 лет (1931). Гаффельдер подразделил почвы на 10 классов производительности в зависимости от двух факторов их плодородия: богатства (хорошее, посредственное, дурное) и увлажнения (сухое, умеренное, мокрое). Упомянутый П.С. Погребняк [14] создал классификационную модель типов леса — эдафическую сетку лесов, в основу которой положил центральный фрагмент классификационной таблицы Крюденера. Многие ученые классификацию украинского направления в большей мере относят к классификации типов условий местопроизрастания.

Основоположником геоботанического (или московско-ленинградского) направления (по Л.П. Рысину) типологии леса был академик В.Н. Сукачев [10]. Л.П. Рысин [9, 15] отмечал: «Понимая лес как сообщество, приняв Морозовское предложение о типах насаждений, В.Н. Сукачев стремился вложить в это понятие более широкий (не только лесоводственный) смысл, и несомненно, что его работы, в свою очередь, оказали большое влияние на Г.Ф. Морозова». В.Н. Сукачев рекомендовал (как и Г.Ф. Морозов) устанавливать тип леса на естественно-исторической основе, а затем принимать во внимание экономическую обстановку, в зависимости от которой для проведения лесохозяйственных мероприятий типы должны быть объединены в более крупные группы.

В 20-х годах прошлого века В.Н. Сукачев на примере южно-таежных лесов Европейской части России разработал классификацию типов сосновых и еловых лесов. Позднее, в 1934 г., В.Н. Сукачев представил общую схему типов (еловых, сосновых, лиственничных, пихтовых, кедровых и др.). Л.П. Рысин [9] подчеркивал, что В.Н. Сукачев в своих работах не отрывал растительность от почвы и среды. В.Н. Сукачев [10] считал принципиально важным то, что тип леса объединяет насаждения не с однородными, а с биологически равноценными местообитаниями.

Лесотипологическая школа академика В.Н. Сукачева многочисленна. Его идеи широко используются при лесоустройстве и лесоправлении в таежных лесах России. В практике лесного хозяйства принято устанавливать тип леса по В.Н. Сукачеву, а тип лесорастительных условий по П.С. Погребняку [14].

Представляют несомненный интерес генетическая и динамическая типологии, позволяющие учитывать природную и антропогенную динамику леса. В теоретическом обосновании генетической типологии леса главную роль сыграл Б.П. Колесников [5], который выделил восемь стадий в жизни кедровых лесов Дальнего Востока. Им рассматривались возрастные и восстановительные стадии развития насаждений в поколениях кедра, каждая из которых имеет 40-летнюю продолжительность. Низшей элементарной единицей Б.П. Колесников принимает тип насаждений. Тип насаждений — это участки леса, принадлежащие к одноименным стадиям возрастных и лесовосстановительных смен. Тип леса, по мнению Б.П. Колесникова [5], состоит из типов насаждений, которые являются формой его существования. При установлении типа леса принимается не преобладающая порода какой-либо стадии или фазы возрастного или коротко-восстановительного развития леса, а главная порода, способная осуществить преобладание ко времени возрастной спелости [16].

Генетическая типология леса нашла широкое применение в основном в горных лесах Урала, Сибири и Дальнего Востока [5, 6].

Леса России подвергаются в значительной мере антропогенному воздействию, прежде всего влиянию сплошных рубок. В связи с этим возникла необходимость в создании такой типологии леса, которая бы учитывала изменения, связанные с рубкой, и охватывала все этапы развития леса (от его появления до спелого леса).

Тип леса, по И.С. Мелехову [11, 12], — динамическая система на биогеоценозном уровне. Она характеризуется общностью морфологии, происхождения лесного сообщества, общими особенностями лесорастительных условий и тенденциями развития леса. И.С. Мелеховым предложена общая принципиальная схема формирования типов леса в связи с антропогенным воздействием, которая отражает сущность динамической типологии леса [11, 12].

Удаление древостоя в связи с рубками приводит к различным путям формирования типов леса. В одних случаях после сплошных рубок и пожаров сукцессия проходит через безлесные этапы (типы вырубков, гарей), предшествующие образованию леса. В других случаях, обычно после рубки (с использованием техники и технологии, предусматривающих сохранение подроста), формирование типов леса происходит, минуя безлесные этапы (типы вырубков, гарей). Эта возможность, в частности, имеет место при высокой сохранности подроста во время разработки лесосек при сплошных рубках.

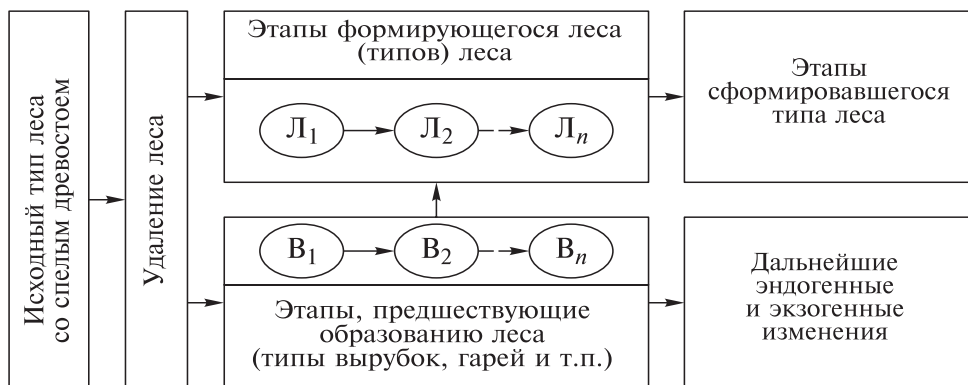


Рис. 1. Схема формирования типов леса после сплошной рубки: Л — лесные этапы; В — вырубка (по И.С. Мелехову)

Fig. 1. Scheme of forest types formation after harvesting: Л — forest; В — cutting down (according to I.S. Melekhov)

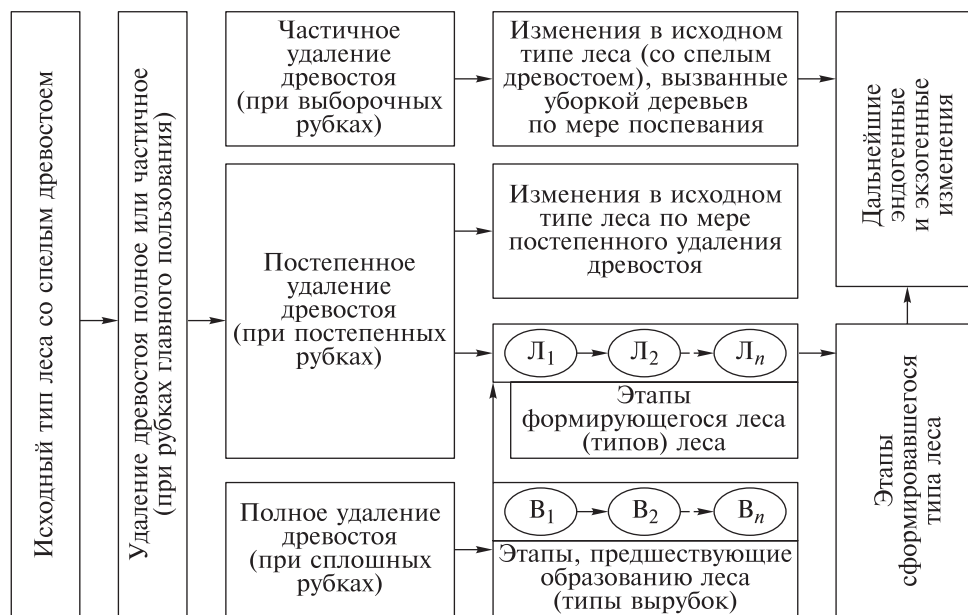


Рис. 2. Схема формирования типов леса в связи с удалением древостоя различной интенсивности:

Л — лесные этапы; В — вырубки

Fig. 2. Scheme of forest types formation after logging of different intensity:

Л — forest stages; В — cuttings

Наиболее динамичными являются этапы, наступающие сразу же после удаления древостоя при сплошной рубке леса или после пожаров. Этот этап, предшествующий восстановлению леса, И.С. Мелехов называл типом вырубки. И.С. Мелеховым была предложена схема формирования типов вырубок в связи с исходными типами леса, которая является научной основой для разработки региональных систем.

Тип вырубки, по И.С. Мелехову, — основная классификационная единица лесорастительных условий в пространстве и во времени применительно к сплошным рубкам. Название типа вырубки дается по преобладающему виду живого напочвенного покрова. Это связано с тем, что живой напочвенный покров является одним из

важнейших индикаторов и эдификаторов лесорастительных условий на вырубках.

Тип вырубки объединяет участки сплошной рубки, однородные по комплексу лесорастительных условий, которые можно характеризовать по однородному напочвенному покрову, микроклиматическим, почвенно-грунтовым и микробиологическим режимам, определяющим общую тенденцию изменения лесорастительных условий и лесовосстановительного процесса.

Образование того или иного типа вырубки определяется исходным типом леса (до рубки) и зависит от характера воздействия лесозаготовительной техники в процессе рубки на подрост, почву и на последующее развитие и формирование типа леса.

Общая принципиальная схема формирования типов леса в связи с антропогенным воздействием, которая отражает сущность динамической типологии леса (рис. 1), была предложена И.С. Мелеховым [11, 12]. Кроме того, В.И. Обыдённиковым предложена схема-модель формирования типов леса в связи с антропогенными факторами (рис. 2), дополняющая принципиальную схему академика И.С. Мелехова. В ней наряду с формированием типов леса после полного удаления древостоя (по И.С. Мелехову) представлена и динамика типов леса в связи с постепенным или частичным его удалением.

Постепенное или частичное удаление древостоя возможно как в связи с отдельными способами рубок спелых и перестойных насаждений (постепенными и выборочными), так и после лесных пожаров. При постепенных рубках спелый древостой убирается в несколько приемов (чаще всего за 20–40 лет), и при последнем приеме древостой убирается полностью. При выборочных рубках деревья убираются по мере поспевания, при этом лес и лесная среда сохраняются.

По мере удаления древостоя в процессе постепенных рубок, как правило, происходит успешное возобновление и формирование молодого поколения леса. После полного удаления древостоя при последнем приеме этих рубок может быть сформирован древостой I–II классов возраста. Период формирования типа леса в этом случае значительно сокращается. Обычно после постепенного удаления древостоя формируется тот же тип леса, что и был до рубки.

Ряд исследователей понимает динамическую типологию как генетическую. Однако И.С. Мелехов указывал, что динамическая типология точнее, чем генетическая, отражает существо вопроса. Генетическая ограничивается рассмотрением возрастных и восстановительных этапов в пределах одного типа леса, а для динамической типологии характерен более широкий подход, включая и антропогенное влияние.

Научная школа академика И.С. Мелехова имеет многочисленных учеников и последователей (Е.Д. Солодухин, В.Ф. Цветков, В.Н. Нилов, Н.И. Кожухов и др.). Типы вырубков довольно хорошо изучены в лесах Европейской части России. Для науки и практики представляют интерес исследования В.И. Обыдённикова, Н.И. Кожухова [17, 18] в отдельных регионах таежных лесов Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Анализируя совмещение схем П.С. Погребняка и В.Н. Сукачева (при сравнении этих двух типологий В.Д. Леонтьевым) И.С. Мелехов [11] обратил внимание на черты их сходства. Из этого он делает вывод, что имеется основа для сближения отдельных научных направлений при использовании их в практике лесного хозяйства.

Представляет несомненный интерес предложение Л.П. Рысина [15], основанное на принципиальном положении В.Н. Сукачева, сущность которого состоит в том, что тип леса объединяет участки леса не с однородными, а с биологически равноценными местообитаниями. Такой подход, по мнению Л.П. Рысина, позволяет объединить позиции разных типологических школ и направлений. Название коренного типа биогеоценоза в сочетании с кратким определением типа лесорастительных условий дает название типа леса. Типы лесного биогеоценоза являются различными формами его существования.

Для лесного хозяйства большое значение имеет типология леса. Знание типов леса необходимо при изучении биологии, экологии и географии леса.

Основные лесохозяйственные мероприятия, применяемые в практике лесного хозяйства, по мнению И.С. Мелехова, более эффективны при учете типов леса, типов лесорастительных условий.

В свое время Г.Ф. Морозов указывал, что тип насаждений есть понятие лесоводственно-географическое и что группировать типы можно различно в зависимости от научных и хозяйственных целей. По В.Н. Сукачеву [10] тип леса — естественно-историческое и биологическое понятие. В одних случаях тип леса имеет хозяйственное значение само по себе (как таковое), в других хозяйственное значение имеет объединение типов.

Однако некоторые ученые тип леса понимают как хозяйственную единицу. Так, Б.П. Колесников [16] расширяет тип леса до явления экономического. А.В. Побединский высказывает мнение о том, что выделение большого количества типов оправдывает себя при научных исследованиях, а при осуществлении лесохозяйственных мероприятий это приносит вред. Л.П. Рысин в своей монографии приходит к выводу, что тип леса следует выделять по естественно-историческому признаку, а его объем не может быть связан с конъюнктурными соображениями. То есть тип леса (его объем) должен рассматриваться (по Г.Ф. Морозову и В.Н. Сукачеву) как элементарная естественно-историческая единица.

Большой научный и практический интерес представляют «Рекомендации по выделению коренных и производных групп типов леса лесной зоны Европейской части РСФСР», ныне Российской Федерации. При установлении групп типов леса за основу принята эдафо-фитоценотическая схема типов леса В.Н. Сукачева [10].

Авторы Рекомендаций [19, 20] предлагают рассматривать все типологическое разнообразие в пределах экологических рядов. Под экологическим рядом они понимают леса, которые формируются в условиях относительного потенциального плодородия почвообразующих пород,

но при различном потенциально изменяющемся увлажнении.

В связи с тем, что в каждом экологическом ряду может существенно изменяться состав древостоя (соответственно, и другие компоненты леса), эти экологические ряды делятся на отрезки групп типов леса. Важнейшая роль при формировании экологических рядов принадлежит особенностям почв, составу пород и рельефу.

Для равнинных лесов Европейской части России выделяются три основные группы почвообразующих материнских горных пород: минералогически бедные кварцевые пески; супесчаные или песчаные богатые по минералогическому составу; суглинки, главным образом моренного или озерного происхождения. Этим трем группам почвообразующих отложений соответствуют и три группы типов леса (боры, субори и рамени).

Предложенные А.В. Побединским [20] и А.Я. Орловым (1982) рекомендации по выделению групп типов леса в лесной зоне Европейской части России, по мнению авторов статьи, не лишены недостатков. Вряд ли правомерно сразу выделять группы типов леса. Сначала в полевых условиях следует выделить типы леса. А затем в зависимости от характера мероприятий (лесовосстановительных, противопожарных и др.) типы леса целесообразно объединить в группы или в серии типов.

Тип леса, по Г.Ф. Морозову и В.Н. Сукачеву, относится к элементарной классификационной единице. В свое время академик И.С. Мелехов ельник-черничник подразделил на два типа: ельник-черничник свежий и ельник-черничник влажный. Это было связано с разной продуктивностью древостоя. Так, в ельнике-черничнике свежем, по сравнению с влажным, продуктивность древостоя была выше на I класс бонитета. Последствия рубок в этом типе леса также были разными: на месте ельника-черничника свежего образуется ситниковый, ситниково-вейниковый (вейник тростниковидный), на месте ельника-черничника влажного формируется ситниковый, ситниково-щучковый типы вырубков. Поэтому в экологическом отношении ельник-черничник достаточно близок к ельнику-кисличнику.

Генетическая типология леса в основном изучает изменения в лесу, связанные с внутренней природой леса, и чаще всего зависит от исходного типа леса.

Выводы

Существенное значение для более эффективного практического использования теории и типологии леса имеют ее современные научные направления (генетическое и динамическое). Эти два направления дополняют друг друга. Так, генетическое направление позволяет более полно

использовать знание биологии и экологии леса, его природную динамику, а динамическое — использовать возможные пути формирования леса в связи с влиянием антропогенных факторов. В частности, выявление природной динамики кедровых лесов [5, 19], сосновых лесов и пихтовых лесов Сибири [19] позволяет рекомендовать своеобразные лесоводственные системы, в том числе и длительно-постепенные рубки. Для динамического направления в типологии леса характерен широкий подход, при котором в практике лесного хозяйства широко используются установленные закономерности в природной и антропогенной динамике леса.

Список литературы

- [1] Морозов Г.Ф. О типах насаждений и их значении в лесоводстве // Лесной журнал, 1904. Вып. 1. С. 6–25.
- [2] Крюденер А.А. Основы классификации типов насаждений и их народнохозяйственное значение в обиходе страны. Петроград: Типография Главного Управления Уделов, 1916. Вып. 3. 190 с.
- [3] Алексеев Е.В. Типы украинского леса. Правобережье. Киев: Книгсплка, 1928. 120 с.
- [4] Воробьев Д.В. Типы лесов Европейской части СССР. Киев: АН УССР, 1953. 450 с.
- [5] Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. М.–Л.: АН СССР, 1956. 262 с.
- [6] Гукон Г.В. Лесоведение на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВФУ, 1989. 260 с.
- [7] Обьденников В.И., Волков С.Н., Коротков С.А. Зонально-типологические основы лесного хозяйства. М.: МГУЛ, 2015. 220 с.
- [8] Коротков С.А. Изучение динамической стабильности лесных сообществ на основе динамической типологии леса // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2016. Т. 20. № 5. С. 21–25.
- [9] Рысин Л.П. Лесная типология в СССР. М.: Наука, 1982. 216 с.
- [10] Сукачев В.Н. Избранные труды. Т. I. Л.: Наука, 1972. 420 с.
- [11] Мелехов И.С. Динамическая типология леса // Лесное хозяйство, 1968. № 3. С. 15–21.
- [12] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1980. 497 с.
- [13] Мигунова Е.С. Лесоводство и естественные науки (ботаника, география, почвоведение). М.: МГУЛ, 2007. 593 с.
- [14] Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Колос, 1968. 44 с.
- [15] Рысин Л.П., Савельева Л.И. Кадастры типов леса и типов лесных биогеоценозов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 149 с.
- [16] Колесников Б.П. Зонально-типологические географические системы ведения лесного хозяйства // Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1978. С. 3–16.
- [17] Обьденников В.И. Географические особенности последствий сплошных рубок с использованием агрегатной техники // Лесное хозяйство, 1995. № 5. С. 20–22.
- [18] Обьденников В.И., Кожухов Н.И. Типы вырубков и возобновление леса. М.: Лесная промышленность, 1977. 176 с.
- [19] Рекомендации по выделению коренных и производных групп типов леса лесной зоны Европейской части РСФСР / составители: А.В. Побединский, Ю.А. Лазарев, Р.И. Ханбеков, А.Я. Орлов, Ю.Д. Абатуров. М.: ВНИИЛМ, 1982. 40 с.
- [20] Побединский А.В. Основные принципы организации и ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе // Лесоведение, 1981. № 3. С. 3–8.

Сведения об авторах

Обыдёнников Виктор Иванович — д-р с.-х. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), caf-lesovod@mgul.ac.ru

Кожухов Николай Иванович — д-р экон. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), академик РАН, kozuhov@mgul.ac.ru

Коротков Сергей Александрович — канд. биол. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), skorotkov@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 08.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

DOMESTIC FOREST TYPOLOGY CURRENT ISSUES

V.I. Obydyonnikov, N.I. Kozhukhov, S.A. Korotkov

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

skorotkov@mgul.ac.ru

The article contains a historical review of the doctrine development on forest types. The determination of forest types in Russia is shown to differ principally from that in Germany. The role of G.F. Morozov as the creator of the doctrine on forest types is stressed. The ideas of G.F. Morozov were developed in the works in the fields of forest ecology and geobotany. Natural and anthropogenic forest dynamics was reflected in the genetic typology by B.P. Kolesnikov and dynamic typology by I.S. Melekhov. Genetic and dynamic directions add to each other. Thus, the genetic direction makes it possible to use the knowledge in forest biology and ecology and its natural dynamics more effectively, while the dynamic direction allows to follow possible patterns of forest formation as related to anthropogenic factors. V.I. Obydyonnikov suggested the schematic model of forest type formation as related to anthropogenic factors supplementing the principle scheme by Academician I.S. Melekhov. The types of crosscut areas are studied properly in the forests of European Russia and some regions of taiga forests of the Urals, Siberia and the Far East. The scientific school of I.S. Melekhov possesses multiple disciples. The importance of dynamic typology increases with an increasing scale of anthropogenic effect on forests.

Keywords: forest typology, dynamic typology, genetic typology, typology of crosscut areas

Suggested citation: Obydyonnikov V.I., Kozhukhov N.I., Korotkov S.A. *Aktual'nye problemy otechestvennoy lesnoy tipologii* [Domestic forest typology current issues]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 5–11. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-5-11

References

- [1] Morozov G.F. *O tipakh nasazhdeniy i ikh znachenii v lesovodstve* [On types of plantations and their significance in forestry]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry Journal], 1904, v. 1, pp. 6–25.
- [2] Kryudener A.A. *Osnovy klassifikatsii tipov nasazhdeniy i ikh narodnokhozyaystvennoye znachenie v obikhode strany* [The basis for the classification of plantation types and their national economic importance in the country's everyday life]. Petrograd: Tipografiya Glavnogo Upravleniya Udelov, 1916, v. 3, 190 p.
- [3] Alekseev E.V. *Tipy ukrainskogo lesa. Pravoberezh'e* [Types of Ukrainian forest. Right-bank]. Kiev: Knigsgplka, 1928, 120 p.
- [4] Vorob'yov D.V. *Tipy lesov Evropeyskoy chasti SSSR* [Types of forests in the European part of the USSR]. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1953, 450 p.
- [5] Kolesnikov B.P. *Kedrovye lesa Dal'nego Vostoka* [Cedar pine forests of the Far East]. Moscow–Leningrad: AN SSSR, 1956, 262 p.
- [6] Gukov G.V. *Lesovedenie na Dal'nem Vostoke* [Forestry in the Far East]. Vladivostok: Far Eastern Federal University, 1989, 260 p.
- [7] Obydyonnikov V.I., Volkov S.N., Korotkov S.A. *Zonal'no-tipologicheskie osnovy lesnogo khozyaystva* [Zone-typological foundations of forestry]. Moscow: MSFU, 2015, 220 p.
- [8] Korotkov S.A. *Izuchenie dinamicheskoy stabil'nosti lesnykh soobshchestv na osnove dinamicheskoy tipologii lesa* [Study of dynamic stability of forest association based on dynamic forest typology]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2016, v. 20, no. 5, pp. 21–25.
- [9] Rysin L.P. *Lesnaya tipologiya v SSSR* [Forest typology in the USSR]. Moscow: Nauka, 1982, 216 p.
- [10] Sukachev V.N. *Izbrannye trudy* [Selected Works]. Leningrad: Nauka, 1972, 420 p.
- [11] Melekhov I.S. *Dinamicheskaya tipologiya lesa* [Dynamic forest typology]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1968, no. 3, pp. 15–21.
- [12] Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Forest Science]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1980, 497 p.
- [13] Migunova E.S. *Lesovodstvo i estestvennye nauki (botanika, geografiya, pochvovedenie)* [Forestry and natural sciences (botany, geography, soil science)]. Moscow: MSFU, 2007, 593 p.
- [14] Pogrebnyak P.S. *Obshchee lesovodstvo* [General forestry]. Moscow: Kolos, 1968, 44 p.
- [15] Rysin L.P., Savel'eva L.I. *Kadastry tipov lesa i tipov lesnykh biogeotsenozov* [Cadastrs of forest types and types of forest biogeocoenoses]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2007, 149 p.
- [16] Kolesnikov B.P. *Zonal'no-tipologicheskie geograficheskie sistemy vedeniya lesnogo khozyaystva* [Zonal typological and geographical systems of forest management]. *Lesnaya Urala i khozyaystvo v nikh* [Forests of the Urals and their management]. Sverdlovsk: Sredne-Ural'skoe knizhnoye izdatel'stvo, 1978, pp. 3–6.

- [17] Obydyonnikov V.I. *Geograficheskie osobennosti posledstviy sploshnykh rubok s ispol'zovaniem agregatnoy tekhniki* [Geographical features of consequences of clear cuts with the use of aggregate machines]. *Lesnoe khozyaystvo*, 1995, no. 5, pp. 20–22.
- [18] Obydyonnikov V.I., Kozhukhov N.I. *Tipy vyrubok i vozobnovlenie lesa* [Types of crosscut areas and reforestation]. Moscow: *Lesnaya promyshlennost'*, 1977, 76 p.
- [19] Pobedinskiy A.V., Lazarev Yu.A., Khanbekov R.I., Orlov A.Ya., Abaturov Yu.D. *Rekomendatsii po vydeleniyu korennykh i proizvodnykh grupp tipov lesa lesnoy zony Evropeyskoy chasti RSFSR* [Recommendations on the identification of indigenous and derivative groups and types of forest zone in the European part of the RSFSR]. Moscow: VNILM, 1982, 40 p.
- [20] Pobedinskiy A.V. *Osnovnye printsipy organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva na zonal'no-tipologicheskoy osnove* [Basic principles of organization and management of forestry on a zonal-typological basis]. *Lesovedenie* [Russian Journal of Forest Science], 1981, no. 3, pp. 3–8.

Authors' information

Obydyonnikov Victor Ivanovich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of BMSTU (Mytishchi branch), caf-lesovod@mgul.ac.ru

Kozhukhov Nikolay Ivanovich — Dr. Sci. (Economics), Professor of BMSTU (Mytishchi branch), Academician of RAS, kozhukov@mgul.ac.ru

Korotkov Sergey Aleksandrovich — Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of BMSTU (Mytishchi branch), skorotkov@mgul.ac.ru

Received 08.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

ТИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАСАЖДЕНИЙ И ДИНАМИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ ЛЕСОВ

В.Ф. Цветков

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», 163002, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, 17

vftsvetkov@yandex.ru

Высокая неоднородность лесорастительных условий в лесах Европейского Севера, существенно усиливающаяся после рубки леса с применением не лицензированных экологами систем машин и технологий, обуславливает на вырубках большое разнообразие лесовозобновительных ситуаций, завершающихся множеством «траекторий» формирования производных насаждений. Многолетние исследования позволили посредством дифференциации всего разнообразия динамических рядов в местообитаниях исходных ведущих типов еловых и сосновых лесов выделить достаточно однородные совокупности развития событий — типов формирования насаждений (ТФ). ТФ — явления лесоводственные, технологические, хозяйственные и экономические. Критериями сходства насаждений того или другого ТФ являются относительное однообразие ведущих таксационных показателей при образовании начальных лесных сообществ и их последующей динамики (состав пород, густота возрастной структуры фитосоциальных категорий преобладающей породы). Каждый тип формирования выводит насаждения на определенный производный тип леса.

Ключевые слова: лесовозобновление, разнообразие условий на вырубках, динамические ряды, типы формирования насаждений, направления лесообразования, эффективность лесоводства

Ссылка для цитирования: Цветков В.Ф. Типы формирования насаждений и динамическая типология лесов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 12–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-12-19

Известен широкий «веер» изменчивости траекторий восстановительно-возрастной динамики формирующихся насаждений после сплошных рубок леса. Весьма сложной задачей при этой необъятной множественности структурной организации лесных сообществ является выстраивание упорядоченных схем хозяйственных решений. Единственно логичной в такой ситуации оказывается систематизация производных насаждений на принципах гомогенности динамических рядов возникновения, развития и становления древостоев. При этом известных положений Закона единства строения и развития леса Н.В. Третьякова оказывается недостаточно. Изменчивость показателей структурной организации производных древостоев далеко не укладывается в рамки закона.

Цель работы

Цель работы — провести анализ многолетних исследований посредством дифференциации всего разнообразия динамических рядов в местообитаниях исходных ведущих типов еловых и сосновых лесов и выделить достаточно однородные совокупности развития событий — типов формирования насаждений.

Материалы и методы

Лесоводственные исследования последних десятилетий убеждают, что решение задачи следует искать на основании представлений о единообразных гомогенных по генезису рядах возникновения

и становления лесных сообществ — о «типах формирования насаждений» [1–5], идей о «динамико-генетической» систематизации производных лесных сообществ. Основу этих представлений составляют положения об обязательности надежного сходства условий зарождения и последующего развития насаждений, задаваемых высоким единообразием стартовой ситуации.

Интерес к динамике свойств и лесных насаждений зародился в российском лесоведении в первой четверти XX столетия с появлением публикаций Г.Ф. Морозова [6], Д.М. Кравчинского [7]. Однако главный критерий сущности динамики леса в системе типологических представлений определился в публикации Б.А. Ивашкевича о типологии лесов Приморья [8]. Природа сложных систем возрастных изменений массивов леса, разных формаций преобладающих пород, типов леса с постоянно меняющимся соотношением возрастных групп, этапов и стадий популяций древесных пород-лесообразователей, «перекачывающихся» разномасштабными волнами по бескрайним пространствам суши, стала восприниматься закономерно и логистически только при введении такого понятия, как «единый лесообразовательный процесс».

Идеи «единого лесообразовательного процесса» были подхвачены уральскими лесоводами. На основе «закономерных динамических изменений, опирающихся на особенности процессов лесовозобновления», родилась своеобразная формула явления: «единый лесовозобновительный процесс»,

Т а б л и ц а 1

Соотношение типов, хозяйственных групп и хозяйственных категорий вырубок в сосняках Кольского полуострова

Interrelation among types, management groups and management categories of crosscut areas in the pine forests of the Kola Peninsula

Хозяйственные группы вырубок (в пределах типа леса) и категории вырубок (совокупность одноименных хозяйственных групп по всем типам леса)		
Лишайниковый	Брусничный	Черничный
<i>С подростом сосны предварительных генераций (I категория)</i>		
Лишайниковая, кустарничково-лишайниковая	Кустарничково-лишайниковая, кустарничково-зеленомошная, кустарничково-луговиковая	Зеленомошная, кустарничково-зеленомошная
<i>С развитым ЖНП, без подроста или с редким подростом сосны, обеспеченные семенниками (II категория)</i>		
Типы вырубок в пределах исходных типов леса те же, что и в I категории		
<i>С развитым ЖНП, без подроста, не обеспеченные семенниками (III категория)</i>		
Типы вырубок в пределах исходных типов леса те же, что и в I, II категориях		
<i>С самосевом сосны предварительных генераций и без самосева, обеспеченные семенниками (IV категория)</i>		
Лишайниково-паловая, политрихумово-паловая на сухих почвах	Политрихумово-паловая на свежих почвах, лишайниково-паловая, луговиково-паловая	Кустарничково-паловая, кипрейно-паловая
<i>Без самосева сосны предварительных генераций, не обеспеченные семенниками (V категория)</i>		
Типы вырубок в пределах исходных типов леса те же, что и на вырубках IV категории		

перманентно протекающей на лесных землях, подчиняясь в общих чертах единым законам динамики экосистем, в каждой конкретной лесоводственной ситуации, в любых географических условиях, реализуется с определенной конкретностью». Так отечественное лесоведение в 50-х гг. прошлого века обогатилось весьма продуктивной парадигмой, рассматривающей лес не только в статике, но и в определенных закономерностях его индикационной временно-возрастной динамики.

Сущность парадигмы хорошо согласуется с идеями И.С. Мелехова [9, 10] о природной и антропогенной динамике, с разработками идей о генетической типологии Б.П. Колесникова [11, 12], Е.Л. Маслакова [13]. Широко обсуждаемые в лесоведении и лесной экологии положения новой парадигмы в 60–80 гг. прошлого столетия остаются и сегодня на переднем плане лесной науки.

По данным экологов [14] в 85–90 случаях из 100 успешность лесовозобновительных процессов на таежных землях определяется условиями напочвенной и почвенной среды, складывающейся после осуществления лесозаготовок с применением не санкционируемых экологическими службами механизмов и систем машин [5]. Весьма существенно, что лесоводы не имеют в своем распоряжении надежных приемов прогнозирования путей формирования вторичных насаждений. Типология вырубок, где не учитываются факторы кардинального изменения лесорастительного потенциала местообитаний и игнорируются условия обсеменения, оказалась в этой части малоэффективной.

Образующиеся на обезлесенных участках новые (вторичные) насаждения отличаются большой пестротой лесоводственных характеристик и свойств. Это серьезно усложняет организацию и ведение лесного хозяйства на территориях с обновленными насаждениями. Проблема существенно упрощается, если все разнообразие «траекторий» лесовозобновления, формирования насаждений, сгруппировать в более или менее однородные совокупности, т. е. произвести своеобразную их группировку с учетом сходств перечисленных выше ведущих факторов.

Результаты и обсуждение

Обобщение материалов многолетних наблюдений, осмысление результатов специальных исследований и анализа массовых материалов освидетельствования лесосек убеждают, что основу потенциала лесовозобновления составляют различные сочетания трех ведущих лесоводственных и лесохозяйственных факторов: наличие и состояние подроста предварительных генераций; обеспеченность участка источниками семян, а также благоприятность напочвенной и почвенной среды для восприятия семян хвойных пород [1–5].

Наблюдения подсказывают, что при простейшем трехступенном подходе к проявлению каждого из указанных факторов (*хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно*) в лесном фонде любого хозяйства можно иметь дело с 11 формальными вариантами сочетаний: три варианта по обеспеченности подростом и 8 (2³–сочетаний)

по обеспеченности источниками семян и благоприятности почвенной среды). В действительности число вариантов может сильно колебаться, в зависимости от свойств лесного фонда, меры его освоенности, применяемых технологий лесозаготовки и уровня лесохозяйственного производства.

Такая группировка и систематизация площадей вырубок в сосняках Кольского полуострова показана в табл. 1. **Типы вырубок** по И.С. Мелехову в пределах исходного типа леса образуют **хозяйственную группу** («с подростом», «без подроста», «обеспеченные семенниками», «не обеспеченные семенниками» и др.). Хозяйственные категории с близкими закономерностями лесовозобновления в разных типах леса одной формации составляют в лесном фонде **хозяйственную категорию вырубок**.

Совокупность участков одной хозяйственной группы (в пределах исходного типа леса) по существу является стартовой площадкой определенного динамического ряда формирования производных насаждений. Такой динамический ряд по существу представляет собой определенный тип фитоценогенеза, или **тип формирования насаждений** ТФ [1–5]. Из табл. 1 видно, что хозяйственные группы и категории вырубок в пределах типа леса близки к одноименным совокупностям (категориям) вырубок по Е.Л. Маслакову и Б.П. Колесникову [15], к «вариантам типа вырубки», а также к «экологическим рядам лесовозобновления» по С.Н. Санникову [16]. Отдельные из них являются аналогами «этапов типа вырубки» по Р.С. Зубаревой [17], «типа вырубки» по Е.П. Смолоногову [18] и С.Н. Санникову [19].

Поскольку однородность производных насаждений определяется сходством свойств и однородностью лесорастительных условий, ТФ — понятие в определенной мере экологическое, *лесотипологическое*. В природе зарождающегося ТФ всегда можно обнаружить свойства экотопа исходного (материнского) биогеоценоза, хотя на начальных этапах часто проявляются некоторые приобретенные новые признаки. На закономерности и кинетику лесообразовательных процессов на вырубке оказывают влияние факторы лесохозяйственного порядка (оставление источников обсеменения, сохранение подроста, степень благоприятности почвенной среды). Они обусловлены характером и степенью трансформированности исходного лесного биогеоценоза (БГЦ) при рубке, в результате пожара, мелиорации и т. п. Таким образом, ТФ — понятие также *лесохозяйственное* (лесозаконономическое и лесотехнологическое одновременно).

Главными критериями стартовой ситуации ТФ, ведущими критериями специфики предсто-

ящего явления лесообразования выступают признаки своеобразия лесовозобновительного процесса (темпы накопления самосева — подрост, равномерность размещения, соотношение пород и их возрастных структур на начальных этапах). Со стадии жердняка важными показателями ТФ выступают состав пород, густота и возрастная структура, сходство фитоценотической структуры преобладающей породы, сходств строения древостоя.

Каждый тип фитоценогенеза, «стартующий» с определенного типа хозяйственной группы вырубок (ХГВ), обладает своими специфическими особенностями накопления численности древесных растений, определенным соотношением генерации (предварительного и последующего, семенного и вегетативного, естественного и искусственного) происхождений. Для каждого типа формирования насаждений характерны определенная скорость изменения густоты, соотношения пород, соотношения фитоциальных категорий и поколений древесных растений, определенные показатели динамики возрастной структуры деревьев, а следовательно, определенные закономерности строения. Все эти факторы — свидетельство подлинно генетической природы ТФ.

Динамика лесообразовательных процессов с формированием производных типов леса с разной продолжительностью оборота хозяйства на примере исходного сосняка черничного в Мурманской области представлена в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Оборот хозяйства по преобладающим породам и производные типы леса при разных типах формирования

Logging rotation period by prevailing species and derivative forest types at different types of formation

№ категории типа формирования	Направление формирования насаждения	Оборот хозяйства, лет, по преобладающей породе, тип леса		
		Березняк черничный	Сосняк черничный	Ельник черничный
I	Коротко-восстановительный	–	80–90	100–110
II	Восстановительный	–	140–150	40–150
III	Длительно-восстановительный через березу	60–70	210–220	–
IV	Восстановительный	–	120–130	–
V	Длительно-восстановительный через березу	80–90	190–200	–

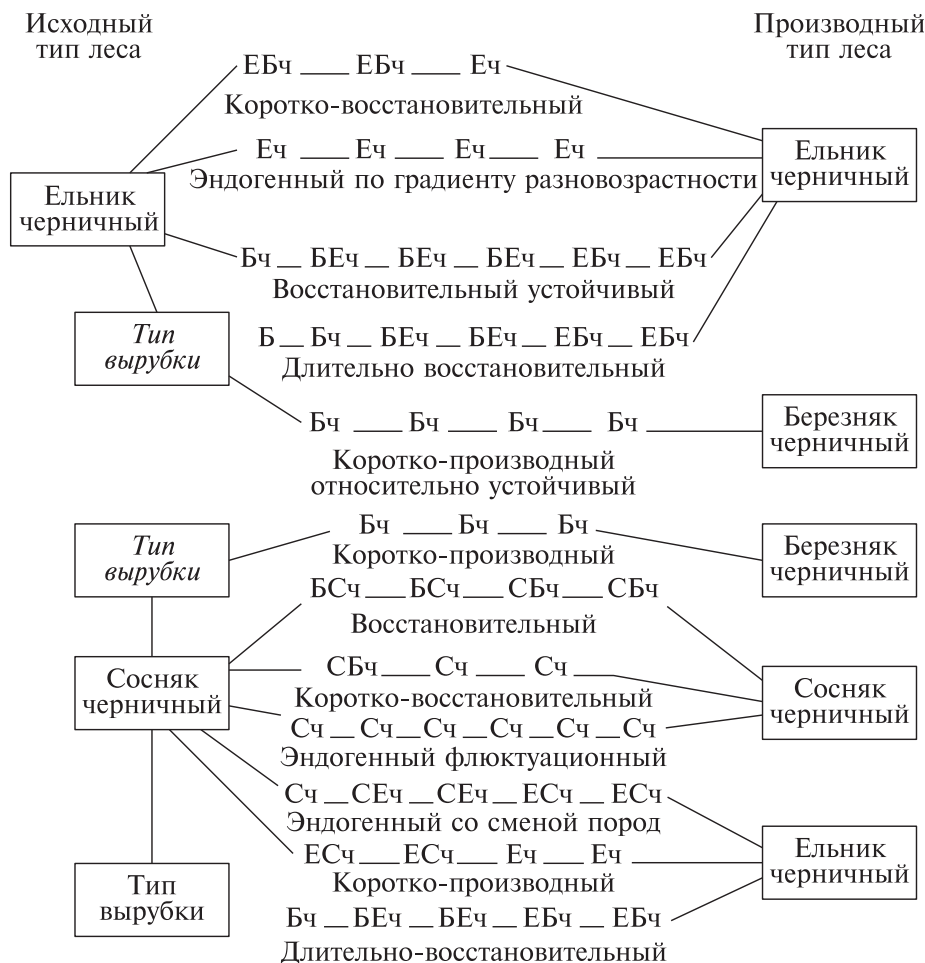


Рис. 1. Типы формирования производных насаждений и динамика ельника и сосняка черничной серии: Б — березняк; Бч — березняк черничный; Еч — ельник черничный; Сч — сосняк черничный; ЕБч — ельник березовый черничный; СЕч — сосняк еловый черничный; БЕч — березняк еловый черничный; ЕСч — ельник сосновый черничный; БСч — березняк сосновый черничный; СБч — сосняк березовый черничный

Fig. 1. Types of derived stands formation and dynamics of the spruce and pine forest of the blueberry series: Б — birch forest; Бч - birch forest with blueberry plants; Еч — spruce forest with blueberry plants; Сч — pine forest with blueberry plants; ЕБч — spruce and birch forest with blueberry plants; СЕч — pine and spruce forest with blueberry plants; БЕч — birch and spruce forest with blueberry plants; ЕСч — spruce and pine forest with blueberry plants; БСч — birch and pine forest with blueberry plants; СБч — pine and birch forest with blueberry plants

Из табл. 2 следует: при ситуациях, складывающихся на «траекториях» I, II и IV категорий типа формирования (при лесообразовании по коротко-восстановительному и восстановительному направлениям), смены типа леса (в традиционном понимании) в послерубочной динамике не происходит. Сосна остается постоянно преобладающей породой. Изменяется лишь состав пород (т. е. изменяется структура БГЦ, сохраняющего свой формационный статус). На длительно-восстановительном направлении (III и V категории типа формирования) события развиваются более драматично.

Весьма существенно, что при формировании производных насаждений имеет место изменение

лесорастительных условий (биопродукционного потенциала), о чем свидетельствует смена структуры живого напочвенного покрова. В 115-летнем ельнике производного типа, сформировавшемся по восстановительной «траектории» на месте коренного ельника черничного свежего в составе ЖНП, появились синузии видов неморальных свит (герань лесная, мышинный горошек, косяника, сныть, манжетка, бодяк, аконит). Среди мохового яруса появился *Hylocomium crista castrensis*.

Заселяющая вырубка с большим преимуществом береза кардинально меняет состав и структуру лесного насаждения и к возрасту спелости оказывается в положении эдификатора. В одном случае (III категория типа формирования)

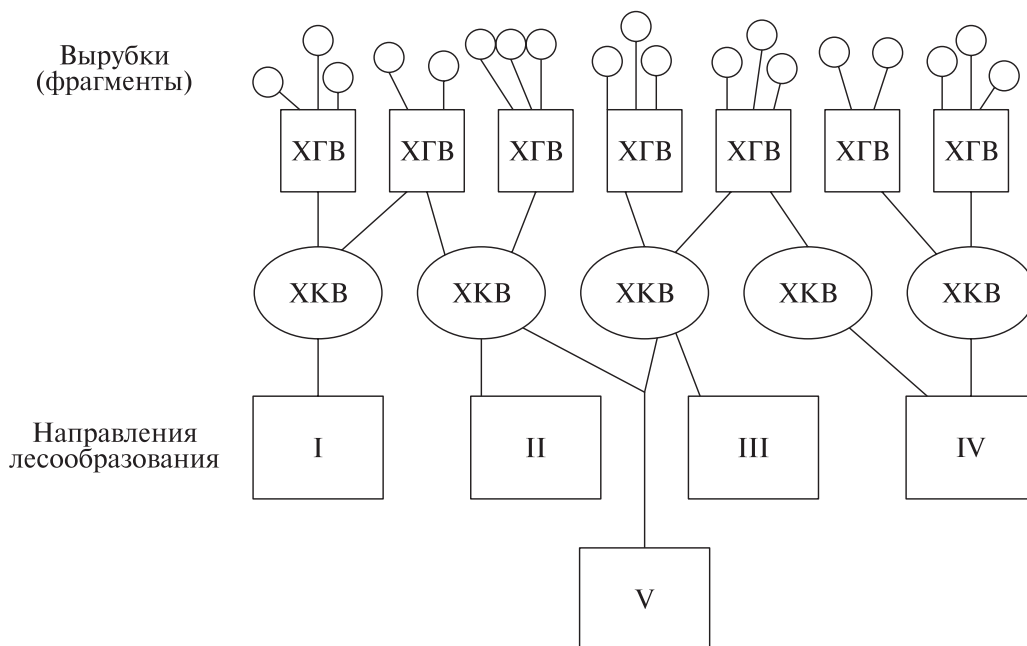


Рис. 2. Упрощенная систематизация вырубок по потенциалу лесовозобновления: ХГВ — хозяйственная группа вырубок; ХКВ — хозяйственная категория вырубок

Fig. 2. Simplified systematization of cuttings by reforestation potential: ХГВ — economic group of cuttings; ХКВ — economic category of cuttings

эта порода оказывается в преимуществе к 60–70-летнему возрасту, в другом (на вырубках V категорий) — в возрасте 80–90 лет. Значительно сложнее выглядит динамика типов леса на послерубочных этапах их развития в лесах средней и южной тайги, более разнообразных в фитоценологическом, продукционном, лесобиологическом и хозяйственном отношениях.

Динамику лесовозобновления — формирования насаждений зеленомошной, долгомошной и травяной групп типов условий произрастания в условиях средней подзоны тайги — по нашим данным характеризуют пакеты динамических восстановительно-возрастных рядов, «стартовых» с 26 хозяйственных групп вырубок. Только в условиях среднетаежных сосняков и ельников зеленомошной группы теоретически может быть реализовано около 40 динамических рядов онтогенеза насаждений или вариантов лесовыращивания, значительно различающихся лесоводственной эффективностью. Типы формирования производных насаждений и динамика ельника и сосняка черничных на послерубочном этапе развития этих типов леса показаны на рис. 1. Каждый из типов формирования представлен набором этапов, отличающихся лесобиологическим и лесохозяйственным содержанием.

Очевидно, что практическая реализация большого разнообразия типов формирования сегодня невозможна. Для внедрения этих разработок в практику нужны многотрудные подготовительные работы: составление эскизов таблиц хода роста каждого из рядов насаждений, оценка ве-

роятной товарной и сортиментной структуры, разработка комплексов сопровождающих хозяйственных мероприятий и т. п. Но эта задача может быть достаточно эффективно реализована на принципах «последовательного приближения». Уместно объединение сходных рядов на основе не только хозяйственных групп, но и категорий вырубок. Но лучше начинать с генерализации семейств близких динамических рядов, объединяя (с использованием методов экспертных корректировок) материалы сходных категорий вырубок.

Представляет интерес проведенное в опытном порядке объединение 26 хозяйственных групп из 10 категорий вырубок в пять совокупностей, представляющих «направления лесовосстановления» (рис. 2).

В генерализованном виде эти пять рядов (направлений лесовосстановления — лесовыращивания) в лесах еловой формации средней подзоны тайги выглядят следующим образом:

I — образование насаждений при высоком участии подроста и тонкомера хвойных пород предварительных генераций; образуются среднеполнотные еловые насаждения с березой IV класса бонитета; оборот хозяйства 65–70 лет;

II — образование смешанных по составу березово-еловых насаждений за счет смешанного лесовозобновления; выращивание среднеполнотных березово-еловых насаждений: по ели — IV–III классы бонитета, по березе — II–III классы бонитета через «березовую фазу»; оборот хозяйства 90–105 лет;

III — несколько растянутое во времени формирование среднеполнотных березняков с небольшим участием ели III класса бонитета; после поспевания березы (через 80–100 лет) трансформируются в березово-еловые среднепродуктивные (IV бонитет) насаждения; оборот хозяйства по ели (возможно, через комплексные рубки) 140–160 лет;

IV — успешное формирование полных относительно продуктивных (III–IV бонитет) устойчиво производных березняков; на части площадей через 105–110 лет березняки трансформируются в березово-еловые среднепродуктивные насаждения; оборот рубки по березе 80–90 лет, по ели — 140–150;

V — затрудненное формирование низкопродуктивных смешанного неустойчивого состава насаждений при последующем лесовозобновлении (в условиях заболачивания, захламления и загрязнения); оборот хозяйства не менее 150 лет.

Каждое из пяти представленных генерализованных направлений формирования производных насаждений может быть без больших затрат охарактеризовано достаточно определенным сочетанием периодов, этапов, стадий, фаз развития лесных биогеоценозов и элементов их структуры.

Список литературы

- [1] Цветков В.Ф. Типы формирования насаждений на сплошных вырубках сосновых лесов Мурманской области // Лесоведение. 1986. № 3. С. 10–18.
- [2] Цветков В.Ф. Динамические ряды лесообразования в связи со сплошными рубками на Европейском Севере России // Сб. научн. трудов «Вопросы лесоведения и лесоводства». М.: МГУЛ, 1995. Вып. 274. С. 50–57.
- [3] Цветков В.Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и система ведения хозяйства в них. Архангельск: АГТУ, 2002. 384 с.
- [4] Цветков В.Ф. Формирование насаждений как генетико-динамические ряды лесообразования и развития лесных биогеоценозов // Материалы III Мелеховских чтений. Архангельск, Архангельский ГТУ, 15–16 сен-

- тября 2005 г. / отв. ред. В.Ф. Цветков. Архангельск: Архангельский ГТУ, 2005. С. 41–47.
- [5] Цветков В.Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз. Архангельск: Архангельский ГТУ, 2008. 211 с.
- [6] Морозов Г.Ф. Учение о типах насаждений. Избранные труды. М.: Лесная пром-сть, 1971. Т. 2. 411 с.
- [7] Кравчинский Д.М. О типах насаждений и их хозяйственном значении. СПб., 1909. 56 с.
- [8] Ивашкневич Б.А. Дальневосточные леса и их промышленная будущность. М.; Хабаровск: Дальгиз, 1933. 166 с.
- [9] Мелехов И.С. Динамическая типология леса // Лесное хозяйство, 1968. № 5. С. 15–20.
- [10] Мелехов И.С. Лесная типология. М.: МЛТИ, 1976. 73 с.
- [11] Колесников Б.П. Состояние советской лесной типологии и проблемы генетической классификации типов леса // Изв. СО АН СССР, 1958. № 4. С. 109–122.
- [12] Колесников Б.П. Генетический этап в лесной типологии, его задачи // Лесоведение, 1974. № 2. С. 3–20.
- [13] Маслаков Е.Л., Колесников Б.П. О едином лесообразовательном процессе, лесообразовании и динамике лесной растительности // Эколого-географические и генетические принципы изучения лесов / ред. Р.С. Зубарева, Е.М. Фильрозе. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1983. С. 85–94.
- [14] Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: МГУ, 1980. 428 с.
- [15] Маслаков Е.Л., Колесников Б.П. Классификация вырубков и естественное лесовозобновление сосновых лесов среднетаежной подзоны равнинного Зауралья // Леса Урала и хозяйство в них, 1968. Вып. 1. С. 246–279.
- [16] Санников С.Н. Естественное лесовозобновление на сплошных вырубках в Пришимских борах // Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1960. Вып. 16. С. 82–106.
- [17] Зубарева Р.С. К классификации типов концентрированных вырубков на Среднем Урале // Материалы по классификации растительности Урала / отв. ред. П.Л. Горчаковский. Свердловск: АН СССР, 1959. С. 47–49.
- [18] Смолоногов Е.П. Естественное возобновление на концентрированных вырубках сосновых лесов восточного склона Среднего Урала // Вопросы развития лесного хозяйства на Урале. Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1960. Вып. 16. С. 53–69.
- [19] Санников С.Н. Об экологических рядах возобновления и развития насаждений в пределах типа леса // Труды Ин-та экологии растений и животных УФАН СССР, 1970. Вып. 67. С. 175–181.

Сведения об авторе

Цветков Василий Фролович — д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесоводства и почвоведения, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, vftsvetkov@yandex.ru

Поступила в редакцию 30.11.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

TYPES OF STAND FORMATION AND DYNAMIC FOREST TYPOLOGY

V.F. Tsvetkov

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, 17, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 163002, Arkhangelsk, Russia
vftsvetkov@yandex.ru

High heterogeneity of forest vegetation conditions in the forests of the European North significantly increasing after the logging by using the systems of machines and technologies not licensed by ecologists causes a big variety of situations for forest regeneration, which generate a set of “trajectories” of derivative stands formation on crosscut areas. Long-term researches allowed to determine more or less uniform sets of event development, i.e. types of stand formation (TF), by using the differentiation of all variety of dynamic ranks in the habitats of initial leading types of spruce and pine forests. TF are the forestry, technological, and economic phenomena. Criteria of similarity of any TF stands are relative homogeneity of the most important taxation indicators in case of initial forest communities formation and their subsequent dynamics (species composition, density of age, structure of phytosocial categories of dominating species). Each type of formation leads the stands to a certain derivative forest type, which is evaluated by a certain characteristic of stand structure and productivity, a certain harvesting rotation, economic evaluation of forest resources and environment-shaping potential.

Keywords: reforestation, variety of conditions on crosscut areas, dynamic ranks, types of stand formation, directions of forest formation, forestry efficiency

Suggested citation: Tsvetkov V.F. *Tipy formirovaniya nasazhdeniy i dinamicheskaya tipologiya lesov* [Types of stand formation and dynamic forest typology]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 12–19. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-12-19

References

- [1] Tsvetkov V.F. *Tipy formirovaniya nasazhdeniy na sploshnykh vyrubkakh sosnovykh lesov Murmanskoy oblasti* [Types of formation of stands on continuous clearings of pine forests of the Murmansk region]. *Lesovedeniye* [Forest Studies], 1986, no. 3, pp. 10–18.
- [2] Tsvetkov V.F. *Dinamicheskie ryady lesoobrazovaniya v svyazi so sploshnymi rubkami na evropeyskom Severe Rossii* [Dynamic series of forest formation in connection with clear cutting in the European North of Russia]. Sb. nauchn. trudov «Voprosy lesovedeniya i lesovodstva» [Scientific Proceedings of the «Issues of forest studies and forestry»]. Moscow: MGUL, 1995, vol. 274, pp. 50–57.
- [3] Tsvetkov V.F. *Sosnyaki Kol'skoy lesorastitel'noy oblasti i sistema vedeniya khozyaystva v nikh* [Pine forests of the Kola forest growing region and the system of farming in them]. Arkhangelsk: AGTU, 2002, 384 p.
- [4] Tsvetkov V.F. *Formirovanie nasazhdeniy kak genetiko-dinamicheskie ryady lesoobrazovaniya i razvitiya lesnykh biogeotsenozov* [Formation of plantations as genetic-dynamic series of forest formation and development of forest biogeocenoses]. Materialy III Melekhovskikh chteniy. Arkhangel'sk, Arkhangel'skiy GTU, 15–16 sentyabrya 2005 g. Otv. red. V.F. Tsvetkov [Proceedings of the III Melekhov readings. Arkhangelsk, Arkhangelsk State Technical University, September 15–16, 2005. Ed. V.F. Flowers]. Arkhangelsk: Arkhangelsk State Technical University, 2005, pp. 41–47.
- [5] Tsvetkov V.F. *Lesovozobnovlenie: priroda, zakonomernosti, otsenka, prognoz* [Reforestation: nature, patterns, assessment, forecast]. Arkhangelsk: Arkhangelsk State Technical University, 2008, 211 p.
- [6] Morozov G.F. *Uchenie o tipakh nasazhdeniy. Izbrannyye trudy* [The doctrine of types of plantations. Selected Works]. Moscow: Lesnaya prom-st, 1971, v. 2, 411 p.
- [7] Kravchinskiy D.M. *O tipakh nasazhdeniy i ikh khozyaystvennom znachenii* [On the types of plantings and their economic value]. St.-Petersburg, 1909, 56 p.
- [8] Ivashknevich B.A. *Dal'nevostochnyye lesa i ikh promyshlennaya budushchnost'* [Far Eastern forests and their industrial future]. Moscow; Khabarovsk: Dal'giz, 1933, 166 p.
- [9] Melekhov I.S. *Dinamicheskaya tipologiya lesa* [Dynamic forest typology]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1968, no. 5, pp. 15–20.
- [10] Melekhov I.S. *Lesnaya tipologiya* [Forest typology]. Moscow: MLTI, 1976, 73 p.
- [11] Kolesnikov B.P. *Sostoyaniye sovet'skoy lesnoy tipologii i problemy geneticheskoy klassifikatsii tipov lesa* [The State of the Soviet Forest Typology and the Problem of Genetic Classification of Forest Types]. *Izv. SO AN SSSR*, 1958, no. 4, pp. 109–122.
- [12] Kolesnikov B.P. *Geneticheskii etap v lesnoy tipologii ego zadachi* [The genetic stage in the forest typology of its task]. *Lesovedeniye* [Forest Science], 1974, no. 2, pp. 3–20.
- [13] Maslakov E.L., Kolesnikov B.P. *Ob edinom lesoobrazovatel'nom protsesse, lesoobrazovaniy i dinamike lesnoy rastitel'nosti* [On a unified forest-forming process, forest formation and the dynamics of forest vegetation]. *Ekologo-geograficheskie i geneticheskie printsipy izucheniya lesov*, red. R.S. Zubareva, E.M. Fil'roze [Ecological, geographical and genetic principles for the study of forests. Ed. R.S. Zubareva, E.M. Filrosis]. Sverdlovsk: UC USSR Academy of Sciences, 1983, pp. 85–94.
- [14] Fedorov V.D., Gil'manov T.G. *Ekologiya* [Ecology]. Moscow: MGU, 1980, 428 p.
- [15] Maslakov E.L., Kolesnikov B.P. *Klassifikatsiya vyrubok i estestvennoe lesovozobnovlenie sosnovykh lesov srednetazhnoy podzony ravninnogo Zaural'ya* [Classification of clearings and natural reforestation of pine forests of the middle taiga subzone of the plain Zauralye]. *Lesnaya tipologiya i khozyaystvo v nikh* [Forests of the Urals and their management], 1968, iss. 1, pp. 246–279.
- [16] Sannikov S.N. *Estestvennoe lesovozobnovlenie na sploshnykh vyrubkakh v Priishimskikh borakh* [Natural reforestation on clear cuts in the Priishimsky forests]. *Voprosy razvitiya lesnogo khozyaystva na Urale. Trudy In-ta biologii UFAN SSSR* [Issues of forestry development in the Urals. Proceedings of the Institute of Biology, USSR Academy of Sciences], 1960, iss. 16, pp. 82–106.

- [17] Zubareva R.S. *K klassifikatsii tipov kontsentrirrovannykh vyrubok na Srednem Urale* [To the classification of types of concentrated cuttings in the Middle Urals]. *Materialy po klassifikatsii rastitel'nosti Urala, otv. red. P.L. Gorchakovskiy* [Materials on the classification of vegetation of the Urals. Ed. P.L. Gorchakovskiy]. Sverdlovsk: USSR Academy of Sciences, 1959, pp. 47–49.
- [18] Smolonogov E.P. *Estestvennoe vozobnovlenie na kontsentrirrovannykh vyrubkakhosnovnykh lesakh vostochnogo sklona Srednego Urala* [Natural regeneration in concentrated clear-cutting areas in the main forests of the eastern slope of the Middle Urals]. *Voprosy razvitiya lesnogo khozyaystva na Urale. Trudy In-ta biologii UFAN SSSR* [Issues of development of forestry in the Urals. Proceedings of the Institute of Biology UFAN USSR], 1960, iss. 16, pp. 53–69.
- [19] Sannikov S.N. *Ob ekologicheskikh ryadakh vozobnovleniya i razvitiya nasazhdeniy v predelakh tipa lesa* [On the ecological ranks of the renewal and development of plantations within the forest type]. *Trudy In-ta ekologii rasteniy i zivotnykh UFAN SSSR* [Proceedings of the Institute of Plant and Animal Ecology UFAN USSR], 1970, iss. 67, pp. 175–181.

Author's information

Tsvetkov Vasilij Frolovich — Dr. Sci. (Agric.), Professor of the Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, vftsvetkov@yandex.ru

Received 30.11.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

УДК 630.187:630.182.2

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-20-28

ДИНАМИКА ТИПОВ ЛЕСА И ТИПОВ НАСАЖДЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

В.В. Киселева^{1, 2}

¹ФГБУН Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32, стр. 14

²МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

vvkisel@mail.ru

Динамическая типология леса помогает оценить уникальность, разнообразие и характер динамики лесного покрова особо охраняемых природных территорий. Для лесов национального парка «Лосиный остров» (Москва и Московская обл.) проведен анализ динамики породного состава всех ярусов насаждений и типов леса в XX в. Отмечено увеличение площадей, занятых широколиственными породами, неморализация напочвенного покрова и, соответственно, увеличение доли сложных мелкотравных и сложных широколиственных типов леса. При сохранении преобладающей породы развитие насаждений идет в сторону оптимальных по влажности и богатству почв кисличных и сложных типов леса. Рассмотрены начальные стадии формирования леса после гибели древостоя. В лиственных насаждениях восстановление леса происходит без смены типа, на месте погибших ельников возможна смена кисличного типа леса на сложные. В качестве причин динамики типов леса рассматривается прежняя хозяйственная деятельность, направленная на искусственное поддержание господства хвойных пород, и тенденция к изменению климата со второй половины XX в., усугубленная мезоклиматическим эффектом московского мегаполиса.

Ключевые слова: типы леса, динамика леса, породный состав, Лосиный остров

Ссылка для цитирования: Киселева В.В. Динамика типов леса и типов насаждений национального парка «Лосиный остров» // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 20–28.

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-20-28

Положения лесной типологии могут быть весьма востребованы при оценке природоохранных функций особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В частности, лесная типология, которая рассматривает лес с экосистемных и динамических позиций, позволяет проанализировать ряд важных аспектов.

1. Представленность на ООПТ эталонных, типичных или уникальных экосистем [1, 2].

2. Наличие и доля участия в растительном покрове чуждых данным ландшафтам видов и сообществ.

3. Уровень биологического (экосистемного) разнообразия [3].

4. Масштаб преобразований растительного покрова.

5. Способность лесных экосистем к самовосстановлению и направление их развития после природных или антропогенных нарушений [4].

Цель работы

На примере национального парка «Лосиный остров» была предпринята попытка оценить степень изменения лесной растительности в результате хозяйственного использования территории и современные тенденции в динамике лесной растительности, дать прогноз развития лесов и их потенциальной типологической структуры, в том числе в ходе восстановления лесной среды после катастрофических явлений.

Исследования динамики лесов Лосино-Острова проводились и ранее, но они касались, с одной стороны, только «исторической части» национального парка — Лосиноостровской лесной дачи [5, 6], с другой стороны, описывали исключительно таксационные показатели (породный состав, запас, возраст и т. п.). Данная работа впервые выходит за границы Лосиноостровской лесной дачи и выполнена на основе выделительных баз данных, созданных по материалам таксационных описаний разных лет.

Обсуждение динамики лесной растительности проводится на уровне типов леса и типов насаждений. Принимается динамическое понимание типа леса, при котором формой существования типа леса является ряд типов насаждений (типов лесных биогеоценозов), сменяющих друг друга на протяжении жизни одного-двух поколений главной породы [7, 8].

Материалы и методы

Объектом исследования послужила территория национального парка «Лосиный остров», для которой накоплен уникальный архивный и исследовательский материал. Первые лесотипологические исследования в Лосином Острове начались одновременно со становлением лесной типологии как науки [9, 10].

Самая ранняя карта с сетью выделов почти на всю современную территорию национального парка, которой соответствуют таксационные

описания, датируется 1934 годом. На основании таксационных описаний 1934 и 1945 гг. была создана повыведельная база данных с таксационными характеристиками. По возможности привлекались и более ранние материалы [10]. Последнее полноценное лесоустройство проводилось в национальном парке в 1998 г., база данных по материалам лесоустройства на 1998 г. имеется в геоинформационной системе национального парка. В 2012 и 2015 гг. проведена актуализация данных по отдельным лесопаркам.

В таксационных описаниях первой половины XX в. тип леса не указывался, поэтому определение типологической принадлежности выдела производилось по методике В.Н. Сукачева [11] — на основании преобладающих видов древостоя и напочвенного покрова. Типы лесных насаждений были соотнесены с группами типов леса, принятыми в современной лесной таксации и указанными при лесоустройстве (1998); таким образом, обеспечена сопоставимость данных за разные годы.

Анализ динамики типов леса производился отдельно для трех исторических частей, из которых сложилась современная территория национального парка и которые примерно соответствуют границам природных ландшафтов. Такое разделение связано с тем, что эти части различаются как по условиям местопроизрастания, так и по истории лесопользования.

1. «Историческая часть» — «Лосиноостровская лесная дача» (в границах 1934 г.) — моренная равнина и примыкающая к ней с запада древнеаллювиальная равнина — современные Лосиноостровский, Лосинопогонный и Яузский лесопарки, западная часть Алексеевского лесопарка. Общая площадь лесных земель — 5,2 тыс. га. Отличительной чертой Лосиноостровской дачи является сравнительное богатство почв и, как следствие, более «южный» характер растительности, сложная история развития лесов, связанная с меняющимися стратегиями лесопользования, а также заметное влияние города.

2. «Мытищинская лесная дача» — водно-ледниковая равнина по правому берегу верхнего течения р. Яузы — современный Мытищинский и часть Щелковского лесопарка, площадь лесных земель 1,3 тыс. га. Мытищинская лесная дача характеризуется лесами бореального типа, большими площадями лесных культур, создававшихся в течение всего XX века, и вторичных березовых лесов.

3. «Гальяновская лесная дача» — водно-ледниковая равнина в восточной части парка — современный Алексеевский лесопарк (кроме западной части), общая площадь лесных земель 1,4 тыс. га. До начала XXI в. в этой части преобладали леса

бореального типа, в том числе, хвойные старолесья, не затронутые вырубками середины XX в. В 2010–2012 гг. большие площади ельников и смешанных сосново-еловых лесов Алексеевского лесопарка полностью или частично усохли и были вырублены.

В анализ закономерно не включены кварталы, вошедшие в состав территории во второй половине XX в., поэтому общая площадь рассматриваемых кварталов меньше современной площади лесных земель национального парка.

Результаты и обсуждение

Динамика лесной растительности в XX в.

Динамика лесов Лосино Острова на уровне формаций (преобладающих пород) достаточно подробно обсуждалась ранее [12]. В обобщенном виде она сводится к следующему.

За 60–70 лет по породному составу характер леса становится менее бореальным, особенно в бывшей Лосиноостровской даче (рис. 1). Значительную роль начинают играть липняки, а в ближней к Москве части парка они занимают вторую позицию вслед за березняками. Следует отметить, что высокая доля хвойных пород и, в частности, ели поддерживалась в Лосиноостровской даче искусственно [5, 6], следовательно, укрепление позиций липы следует рассматривать как естественный процесс. Увеличиваются площади вторичных лесов, в том числе культур сосны, являющихся коротко производными типами по отношению к условно коренным ельникам [13, 14]. С момента последнего лесоустройства произошла гибель значительной части ельников (до 500 га). Наибольшие потери, как в абсолютном, так и в относительном выражении, пришлось на Алексеевский лесопарк (Гальяновская дача) [15].

Направление смены пород можно определить исходя из состава формирующихся поколений леса — 2-го яруса и подроста. Если в первой половине XX в. по всему национальному парку отмечалось формирование подроста и 2-го яруса из ели (рис. 2), то к настоящему времени в разных частях национального парка наблюдаются два основных тренда — преобладание ели и усиление позиций пород — спутников дуба, в первую очередь, липы мелколистной (рис. 2, а). Следует отметить, что последняя тенденция характерна не только для Лосино Острова, но и для граничащего с ним Щелковского учебно-опытного лесничества, которое отличается более «таежным» характером растительности [16]. Преобладание широколиственных пород во втором ярусе древостоя и подроста отмечено и на других территориях Ближнего Подмосковья [17, 18].

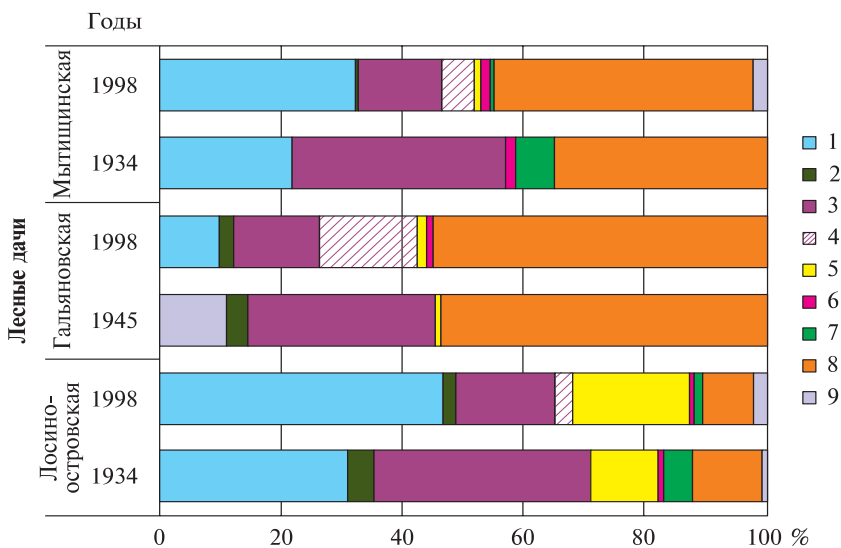


Рис. 1. Изменение породного состава 1-го яруса насаждений национального парка «Лосинный остров» с учетом гибели ельников в начале 2010-х, % от покрытой лесом площади: 1 — береза; 2 — дуб; 3 — ель; 4 — усохшие ельники; 5 — липа; 6 — ольха черная; 7 — осина; 8 — сосна; 9 — прочие породы

Fig. 1. Changes in the overstorey species composition in the National Park Losiny Ostrov, considering spruce forests death in early 2010s, % of forested land: 1 — birch; 2 — oak; 3 — spruce; 4 — dead spruce; 5 — lime; 6 — alder; 7 — aspen; 8 — pine; 9 — other species

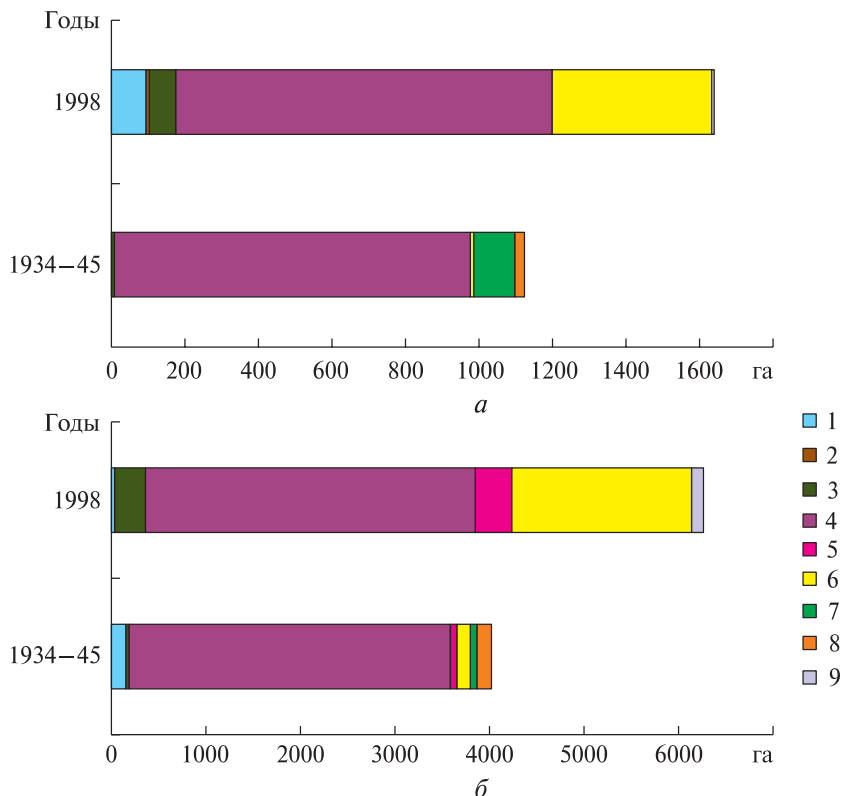


Рис. 2. Распределение 2-го яруса (а) и подроста (б) на территории национального парка по преобладающим породам в середине и конце XX в., га: 1 — береза; 2 — вяз; 3 — дуб; 4 — ель; 5 — клен; 6 — липа; 7 — осина; 8 — сосна; 9 — прочие породы

Fig. 2. Distribution of subcanopy trees (a) and undergrowth (б) by predominating species in the national park in middle and late 20th century, hectares: 1 — birch; 2 — elm; 3 — oak; 4 — spruce; 5 — maple; 6 — lime; 7 — aspen; 8 — pine; 9 — other species

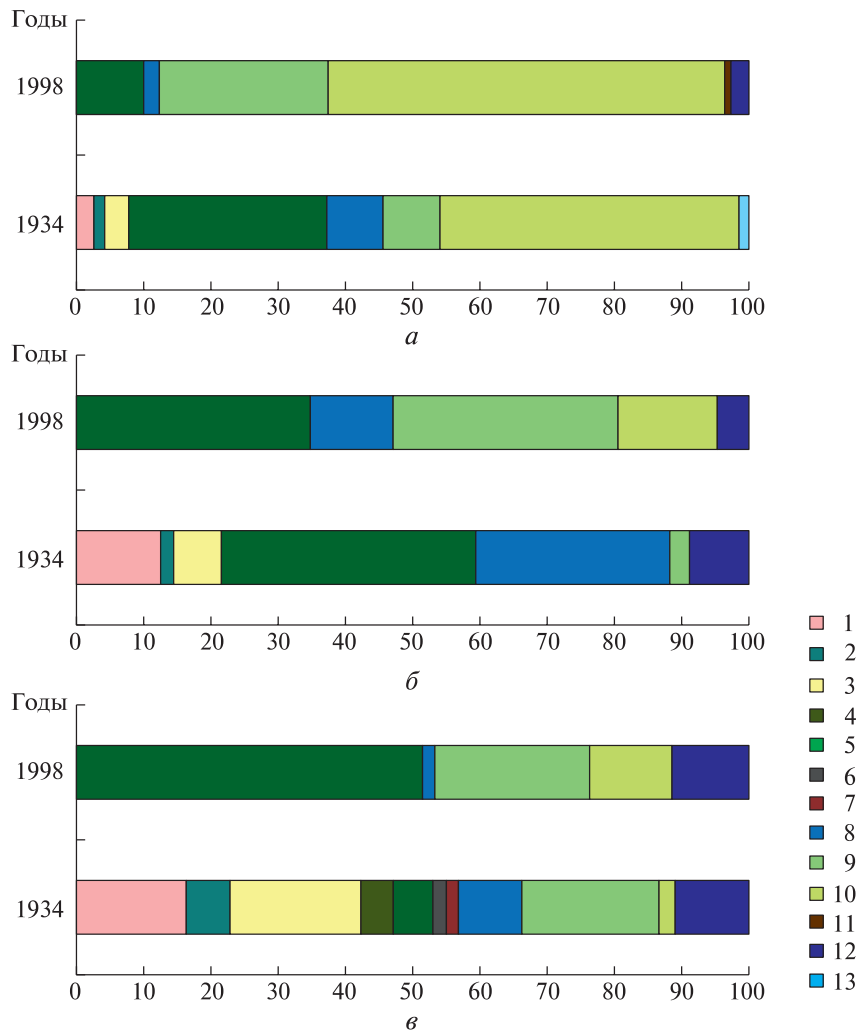


Рис. 3. Изменение соотношения площадей, занятых разными группами типов леса, %: *a* — Лосиноостровская лесная дача; *б* — Мытищинская лесная дача; *в* — Гальяновская лесная дача; группы типов леса: 1 — брусничные; 2 — долгомошные; 3 — злаковые; 4 — зеленомошные (в целом с абсолютным преобладанием зеленых мхов при отсутствии кустарничков и лесного разнотравья); 5 — кисличные; 6 — мертвопокровные; 7 — нарушенные (с преобладанием сорной растительности); 8 — приручейные; 9 — сложные мелкотравные; 10 — сложные ширококравные; 11 — сфагновые; 12 — черничные; 13 — щучковые

Fig. 3. Changes in the ratios of areas covered by different groups of forest types, %: *a* — Losinoostrovskaya forest estate; *б* — Mytishchinskaya forest estate; *в* — Gal'yanovskaya forest estate; groups of forest types: 1 — cowberry; 2 — polytrichum; 3 — cereal; 4 — green moss (in general, with absolute predominance of green moss in the absence of undershrubs and forest herbs); 5 — oxalis; 6 — litter; 7 — disturbed (with a predominance of weed vegetation); 8 — hygrophilous; 9 — composite small-grass; 10 — composite wide-grass; 11 — sphagnum; 12 — bilberry; 13 — tussock

В первую очередь следует отметить, что в течение XX в. увеличилась площадь лесов, имеющих 2-й ярус и обеспеченных подростом (см. рис. 2), что говорит об усложнении структуры насаждений в целом.

Тенденция к увеличению доли широколиственных пород во 2-м ярусе и подросте наиболее отчетливо выражена для Лосиноостровской лесной дачи, располагающейся на сравнительно

богатых суглинистых, местами остаточного-карбонатных почвах; обращает на себя внимание появление участков с доминированием в подросте клена остролистного.

Динамика типов леса

Существенные изменения произошли в составе напочвенного покрова, который служит индикатором типологической принадлежности лесов (рис. 3).

Т а б л и ц а 1

Смена растительности на вырубках после ветровала

Vegetation successions on windfall areas

Условно коренной тип насаждений [12, 13]	Тип насаждений до ветровала	Тип вырубки [8]	Формирующийся тип насаждений		
			Начальный этап (через 5 лет)	Переходный этап (через 10 лет)	Последующий этап (через 15 лет)
Сосняк с дубом и липой волосисто-осоково-зеленчуковый (СЛМ)	Березняк с липой и дубом лещиновидный волосисто-осоково-зеленчуковый (СЛМ)	Вейниково-малинниковый, вейниково-щучковый	Ивняк вейниково-щучковый	Липняк с березой и кленом вейниково-волосисто-осоковый	Липняк с березой и кленом волосисто-осоковый (СЛШ)
Ельник с липой лещиновидный волосисто-осоково-зеленчуковый (СЛМ)	Липняк лещиновидный волосисто-осоковый (СЛШ)	Вейниково-малинниковый, вейниково-щучковый, вейниково-кипрейный	Ивняк и осинник с березой, липой и кленом лещиновидный вейниково-ситниково-щучковые	Ивняк с липой и березой злаково-волосисто-осоковый, зеленчуково-папоротниковый	Березняк с липой волосисто-осоковый (СЛШ); липняк с березой волосисто-осоково-зеленчуковый (СЛМ)

По всему национальному парку исчезли брусничники, до нескольких гектаров сократилась площадь долгомошников.

На моренной равнине с богатыми почвами (Лосиноостровская дача) резко уменьшились площади лесов кисличной группы. В настоящее время здесь абсолютно преобладают леса сложные, в первую очередь, сложные широколиственные (рис. 3, а). Развитие широколиственного вполне согласуется с изменениями в породном составе древостоя и подраста.

В Мытищинском и Алексеевском лесопарках (водно-ледниковые равнины) резко увеличилась площадь сложных мелкотравных лесов, появились сложные широколиственные, которых в первой половине XX века не было (рис. 3, б, в).

В Гальяновской даче (Алексеевский лесопарк) исчезли производные типы насаждений, образовавшиеся в результате различного рода нарушений (злаковые, «нарушенные»), а также типы напочвенного покрова, характерные для насаждений с завышенной полнотой или культур на ранних стадиях развития — зеленомошные (без конкретизации), мертвопокровные. Их место заняли кисличники (см. рис. 3, в). Резко сократилась площадь приручейных типов леса — вероятно, была реконструирована сеть осушительных канав.

За полвека, когда почти не проводились сплошные рубки, из состава лесов исчезли типы насаждений, характерные для первых стадий восстановления лесной среды после нарушений (злаковые, щучковые) или определенных стадий развития лесных культур (мертвопокровные в период максимальной сомкнутости полога).

В северной и восточной части национального парка изменения в напочвенном покрове происходили на фоне достаточно стабильного состава насаждений (см. рис. 1 и 2). Таким образом, они

отражают постепенное, эволюционное изменение лесной среды со временем — оптимизацию условий по влажности и обогащение почв элементами питания.

Ретроспективные исследования отдельных выделов, на которых расположены постоянные пробные площади лесного мониторинга, показали, что развитие лесов может идти по схеме: ельник брусничный (1945) — ельник бруснично-кисличный (1965) — ельник бруснично-кисличный (1988) — ельник чернично-кисличный (по настоящее время). Другой пример, иллюстрирующий смену типа леса и потенциальную смену преобладающей породы: сосняк с березой бруснично-злаковый — сосняк с березой кислично-зеленчуковый — сосняк с березой и елью разнотравно-кисличный.

Таким образом, при естественном развитии лесов на водно-ледниковых равнинах наблюдается тенденция к восстановлению ели (позднесукцессионной породы) и развитию леса в сторону наиболее оптимальных условий — кисличников. Кроме того, отмечена способность к быстрому восстановлению исходных типов леса после нарушений.

Динамика типов леса после гибели древостоя

Исходя из того, что с момента последнего лесоустройства более 1 тыс. га в той или иной степени пострадало от катастрофических явлений (ураганные ветра, вспышки стволовых вредителей), важно понимать, в каком направлении пойдет восстановление леса на месте погибших насаждений.

Ответ на этот вопрос можно получить, анализируя старые таксационные описания, а также по данным 15-летних наблюдений на участках вырубок, образовавшихся в Лосином Острове после разбора ветровальной древесины в 2001 г.

На самой ранней карте-схеме типов леса, опубликованной в 1929 г. [10], белыми пятнами показаны участки леса, которые не восстановились после урагана 1904 г. проведенной после него уборки ветровальной древесины. Размер таких участков составляет десятки гектаров. По таксационным описаниям 1890 г. в данных частях кварталов (клетках) произрастали ельники преимущественно V класса возраста, имелись и большие (в несколько гектаров) ветровальные прогалины, зарастающие липой и лещиной. Сведения о напочвенном покрове очень скудны, общее описание напочвенного покрова приведено для кварталов в целом; более конкретные данные указаны только для тех выделов, которые существенно отличаются по почвенно-гидрологическим условиям. По краткому описанию «мхи, разнотравье» мы имеем право отнести данные кварталы к ельникам зеленомошным и сложным широколиственным (с учетом преобладания липы в подросте и зарастания прогалин липой и лещиной).

К 1934 г. были доступны полные таксационные описания, на месте «белых пятен» указаны лиственные насаждения II–III классов возраста с преобладанием березы, липы, режы — осины. В травяном покрове преобладали злаки, режы — кислица и лесное широколиственное.

К 1945 г. в тех же лиственных насаждениях вполне восстановился исходный травяной покров с преобладанием осоки волосистой, сныти, режы — ландыша. В некоторых выделах восстановилась кислица и даже некоторые бореальные виды, в частности, майник двулистный.

Таким образом, в результате воздействия ураганных ветров смена типов леса выглядит так: ельники зеленомошные и сложные — березняки, липняки, осинники злаковые и сложные широколиственные — березняки, липняки, осинники сложные широколиственные, кислично-разнотравные. Восстановление широколиственного и увеличение роли липы заставляет предположить, что чистые ельники не являются в Лосином Острове типичным сообществом.

Примерно в том же направлении идет современная динамика типов насаждений на древне-аллювиальной равнине (на супесчаных почвах) после разборки больших площадей ветровала. Исходная растительность представляла собой производные и длительно производные типы насаждений от условно коренных ельников и сосняков сложных. После непродолжительной стадии доминирования подлесочных пород и травяного покрова вырубок, через 15 лет после гибели насаждений восстанавливаются леса сложной группы типов леса, близкие по породному составу к исходным (табл. 1).

Т а б л и ц а 2

Смена растительности на вырубках после гибели ельников

Vegetation successions on clearcut areas after spruce forests death

Исходный тип насаждений	Тип вырубки	Состав возобновления
Ельник с березой и сосной кисличный	Рудеральный, ед. С	7Б2Ос1С, ед. В, Кл, Лп Самосев: 8Б2С, ед. Ос, Ивк
Ельник кисличный	Вейниковый	10Б, ед. С, Лп, Д, Кл

Большие непокрытые лесом площади (около 500 га) образовались в восточной части национального парка в результате сплошных санитарных рубок после гибели ели от стволовых вредителей в ельниках и сосняках кисличных. Направление развития леса в данных условиях пока неопределенно. Для Алексеевского лесопарка не сохранилось архивных данных, по которым развитие леса можно было бы проследить, начиная с молодняков. Более того, на образование типа вырубки, ее динамичность влияет, прежде всего, исходный тип леса. Чем продуктивнее, сложнее и богаче лесной биогеоценоз, тем шире диапазон качественных изменений экосистемы в связи с рубкой. С повышением продуктивности (бонитета) леса увеличивается число типов вырубок на месте одного и того же типа леса [8, 19].

Возобновляются данные обширные вырубки преимущественно березой с формированием березняка злаково-вейникового, местами — сосной от сохранных семенников (табл. 2). Сходная схема смены типов леса (с формированием ельников разнотравных или березняков вейниковых) была предложена для ельников черничных свежих [4]. Для сравнения, в городской части национального парка на второй-третьей террасах реки Яузы, где в первой половине XX в. преобладали сосняки и ельники кисличной группы, после сплошных рубок и не всегда удачных попыток создания ландшафтных посадок в настоящее время преобладают березняки сложные мелкотравные. Таким образом, и в восточной части национального парка, с учетом присутствия деревьев широколиственных пород, можно ожидать формирования березняков (местами с сосной) сложных мелкотравных.

Выводы

Изменения, происходившие в ландшафтах Лосиногостовского Острова за последнее столетие, разнонаправленные: с одной стороны, наблюдалась смена условно коренных типов насаждений на

производные и длительно производные, с другой — восстановительные сукцессии и эволюционное развитие при сохранении господствующей породы. Кроме того, существует ряд сообществ, как коренных, так и устойчиво производных, стабильно существующих на одной и той же территории с начала XX в.

По всей территории национального парка при естественном развитии наблюдается изменение в сторону типов леса более богатых и влажных местообитаний: брусничники сменились кисличниками, последние — сложными типами леса.

Наиболее выражены данные изменения в бывшей Лосиноостровской лесной даче, где происходит не только смена типов лесных биогеоценозов, но и смена формаций. Тенденция к дальнейшему расширению площадей сложных типов леса здесь сохранится с учетом преобладания широколиственных пород в подросте.

Леса сложной широколиственной и сложной мелкотравной групп типов леса представляются наиболее стабильными для центральной и западной (городской) части национального парка. Усиление позиций широколиственных пород и связанных с ними видов напочвенного покрова с точки зрения устойчивости к влиянию города можно рассматривать как положительную тенденцию, так как они более устойчивы к загрязнению воздуха и рекреационным нагрузкам. С точки зрения сохранения биологического разнообразия утрата ряда типов местообитаний и «унификация», выравнивание типологической структуры, безусловно, явление отрицательное, так как приводит к исчезновению борových и таежных видов с городской территории парка.

Во влажных условиях изменения также отражают эвтрофикацию местообитаний: долгомошники заменились приручейными типами леса. Сокращение площадей последних в бывшей Мытищинской лесной даче связано с масштабным осушением 1941 г.

Со временем состав лесной растительности приобретает более «природный» вид — сокращаются площади с преобладанием злаков как из-за увеличения возраста и сомкнутости полога леса, так и из-за прекращения выпаса.

До 2010 г. сохранялись многие ареалы ельников с преобладанием кислицы в напочвенном покрове, особенно в областной части. После массового усыхания ельников и сплошных санитарных рубок здесь возможно формирование лесов сложной группы.

В лиственных насаждениях процесс идет на уровне типов насаждений, без смены типа леса. В хвойных лесах изменения оказываются более глубокими, формирование лесов идет со сменой типов леса, и вопрос о том, восстановятся ли со

временем исходные типы, с учетом мезоклиматических изменений и антропогенного воздействия, остается открытым.

Мезофитизация, а местами и неморализация растительного покрова Лосино Острова предположительно вызваны двумя основными причинами.

1. В течение всего лесохозяйственного периода истории Лосино Острова упор делался на искусственное поддержание высокой доли хвойных насаждений. В то же время активная хозяйственная деятельность — сплошные рубки и промежуточное сельскохозяйственное пользование, — изменяет свойства почв (в т. ч. микробный состав), делая их неблагоприятными для возобновления ели и ее спутника — кислицы. Восстановлению лиственных пород до середины XX в. также препятствовал выпас скота в лесах Лосино Острова, давая временное преимущество возобновлению ели. С прекращением выпаса лиственные породы восстанавливают свои позиции.

2. Климатические условия, которые следует рассматривать в двух аспектах. Во-первых, леса начала–середины XX в. начали формироваться в конце «малого ледникового периода» [20], следовательно, имели таежный облик. Во-вторых, в настоящее время накладывается глобальное потепление климата и мезоклиматический эффект московского мегаполиса, что благоприятствует росту широколиственных пород.

Список литературы

- [1] Манько Ю.И., Сибирина Л.А., Гладкова Г.А. Использование материалов первых лесоустроительных работ для установления эталонных участков природных лесов на Дальнем Востоке // Лесоведение, 2017. № 3. С. 163–175.
- [2] Заиканов В.Г., Минакова Т.Б. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территорий. М.: Наука, 2008. 80 с.
- [3] Киселева В.В. К оценке разнообразия типов леса в национальном парке «Лосиный остров» // Бюлл. МОИП, Отд. Биологический, 2009. Т. 114. Вып. 3. Приложение 1. Ч. 1. С. 267.
- [4] Бемманн А., Кожухов Н.И., Обьденников В.И. Динамическая типология леса — современная научно-практическая основа лесохозяйственных систем // Вестник МГУЛ — Лесной вестник, 2005. № 5. С. 23–33.
- [5] Абатуров А.В., Кочевая О.В., Янгутов А.И. 150 лет Лосиноостровской лесной даче. М.: Аслан, 1997. 228 с.
- [6] История и состояние лесов Лосиноостровской лесной дачи / ред. В.В. Нефедьев. М.: Прима-Пресс-М, 2000. 100 с.
- [7] Колесников Б.П. Генетический этап в лесной типологии и его задачи // Лесоведение, 1974. № 2. С. 3–20.
- [8] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: МГУЛ, 2007. 372 с.
- [9] Иваненко Б.И. Условия произрастания и типы насаждений Погонно-Лосино Острова // Труды Моск. лесного института, 1923. Вып. 1. 85 с.
- [10] Коновалов Н.А. Типы леса подмосковных опытных лесничеств Ц.Л.О.С. // Тр. по лесному опытному делу Центральной лесной опытной станции. М.-Л.: Сельхозгиз, 1929. Вып. V. 159 с.

- [11] Сукачев В.Н. Краткое руководство к исследованию типов леса. М.: Новая деревня, 1927. 150 с.
- [12] Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Киселева В.В. Тенденции естественного возобновления в хвойно-широколиственных лесах (на примере Щелковского учебно-опытного лесхоза, национальных парков «Лосиный остров» и «Угра») // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2017. Т. 5. № 1 (27). С. 116–119.
- [13] Рысин Л.П. Типы леса Восточного Подмосковья // Леса Восточного Подмосковья. М.: Наука, 1979. С. 39–126.
- [14] Рысин Л.П., Савельева Л.Н. Кадастры типов леса и типов лесных биогеоценозов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. 143 с.
- [15] Воронин Ф.Н., Киселева В.В. Об усыхании ельников на территории национального парка «Лосиный остров» // Научные труды национального парка «Лосиный остров» / ред. Ф.Н. Воронин, В.В. Киселева. М.: Издательство «Типография Эй Би Ти Групп», 2014. Вып. 3. С. 25–32.
- [16] Стоноженко Л.В. Формирование двухъярусных древостоев в сосняках сложных Щелковского учебно-опытного лесхоза // Матер. II Межд. научно-техн. конференции «Леса России: политика, промышленность, наука, образование», Санкт-Петербург, СПбГЛТУ, 24–26 мая 2017 / под ред. В.М. Гедьо. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2017. С. 153–156.
- [17] Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье. Тула: Гриф и К, 2004. 334 с.
- [18] Рысин Л.П. Леса Подмосковья. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 256 с.
- [19] Обьеденников В.И., Волков С.Н. Организационно-технические элементы лесоводственных систем и их географические особенности // Материалы Научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения В.К. Антонова, «Глобализация и эколого-экономическое развитие регионов» / гл. ред. Е.Г. Григорьев, 2015. С. 32–39.
- [20] Мониин А.С., Шишков Ю.А. История климата. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 406 с.

Сведения об авторе

Киселева Вера Владимировна — канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, доцент кафедры лесопользования, лесостроительства и геоинформационных систем Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана, vvkisel@mail.ru

Поступила в редакцию 18.12.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

DYNAMICS OF FOREST AND STAND TYPES IN THE NATIONAL PARK LOSINYI OSTROV

V.V. Kiseleva^{1,2}

¹Centre for the Problems of Ecology and Productivity of Forests, Russian Academy of Sciences, st. Profsoyuznaya 84/32, Moscow 117997, Russia

²BMSTU (Mytishchi branch), 1 st. Institutskaya, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

vvkisel@mail.ru

Dynamic forest typology helps to evaluate the uniqueness, diversity and dynamics character of canopy cover in designated conservation areas. The analysis of species composition of all stories and forest type dynamics in the 20th century was conducted for the National Park Losinyi Ostrov (Moscow and Moscow Region). The author points out to the increase in the areas of broadleaved-dominated forests, nemoralisation of herbage and corresponding expansion of composite forest types. If there is no change in main tree species, forests develop towards the types optimal by moisture and nutrient conditions — oxalis and composite ones. Initial stages of forest formation after the death of main canopy are examined. In deciduous stands, forest regeneration proceeds without forest type change, while after spruce forest dieback, the change from oxalis to composite type is possible. The causes of forest type dynamics are thought to be former forest management aimed at artificial maintenance of coniferous species predominance and the trends in climate change in the second half of the 20th century supported by mesoclimatic effect of Moscow supercity.

Keywords: forest types, forest dynamics, species composition, Losinyi ostrov

Suggested citation: Kiseleva V.V. *Dinamika tipov lesa i tipov nasazhdeniy natsional'nogo parka «Losinyy ostrov»* [Dynamics of forest and stand types in the national park Losinyi Ostrov]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 20–28. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-20-28

References

- [1] Man'ko Yu.I., Sibirina L.A., Gladkova G.A. *Ispol'zovanie materialov pervykh lesoustroitel'nykh rabot dlya ustanovleniya etalonnykh uchastkov prirodnykh lesov na Dal'nem vostoке* [Using materials from the first forest management works to establish reference areas of natural forests in the Far East]. *Lesovedenie [Forest Science]*, 2017, no. 3, pp. 163–175.
- [2] Zaikanov V.G., Minakova T.B. *Metodicheskie osnovy kompleksnoy geoekologicheskoy otsenki territoriy* [Methodical bases of complex geo-ecological assessment of territories]. Moscow: Nauka, 2008, 80 p.

- [3] Kiseleva V.V. *K otsenke raznoobraziya tipov lesa v natsional'nom parke «Losinyy ostrov»* [Assessing the diversity of forest types in the Elk Island National Park]. Bull. MOIP, Otd. Biologicheskiiy, 2009, t. 114, v. 3, part 1, p. 267.
- [4] Bemmann A., Kozhukhov N.I., Obydennikov V.I. *Dinamicheskaya tipologiya lesa — sovremennaya nauchno-prakticheskaya osnova lesokhozyaystvennykh sistem* [Dynamic forest typology — modern scientific and practical basis of forestry systems]. Moscow state forest university bulletin — Lesnoy vestnik, 2005, no. 5, pp. 23–33.
- [5] Abaturov A.V., Kochevaya O.V., Yangutov A.I. *150 let Losinoostrovskoy lesnoy dache* [150 years of Losinoostrovskoy forest cottage]. Moscow: Aslan, 1997, 228 p.
- [6] *Istoriya i sostoyanie lesov Losinoostrovskoy lesnoy dachi* [History and state of forests of Losinoostrovskoy forest dacha]. Ed. V.V. Nefediev. Moscow: Prima-Press-M, 2000, 100 p.
- [7] Kolesnikov B.P. *Geneticheskiiy etap v lesnoy tipologii i ego zadachi* [Genetic stage in forest typology and its tasks]. Lesovedenie, 1974, no. 2, pp. 3–20.
- [8] Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Forest Studies]. Moscow: MSFU, 2007, 372 p.
- [9] Ivanenko B.I. *Usloviya proizrastaniya i tipy nasazhdeniy Pogonno-Losinogo ostrava* [Growth conditions and types of plantations of the Pogonno-Elk Island]. Trudy Mosk. lesnogo instituta [Proceedings Moscow Forest Institute], 1923, v. 1, 85 p.
- [10] Konovalov N.A. *Tipy lesa podmoskovnykh opytnykh lesnichestv Ts.L.O.S.* [Types of forest near Moscow experienced forestry Ts.L.O.S.] Tr. po lesnomu opytному delu Tsentral'noy lesnoy opytной stantsii [Proceedings on forestry pilot case at Central Forestry Experiment Station]. Moscow–Leningrad: Sel'khozgiz, 1929, v. V, 159 p.
- [11] Sukachev V.N. *Kratkoe rukovodstvo k issledovaniyu tipov lesa* [Brief guide to the study of forest types]. Moscow: Novaya derevnya, 1927, 150 p.
- [12] Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Kiseleva V.V. *Tendentsii estestvennogo vozobnovleniya v khvoyno-shirokolistvennykh lesakh (na primere Shchelkovskogo uchebno-opytного leskhozа, natsional'nykh parkov «Losinyy ostrov» i «Ugra»)* [Trends of natural renewal in coniferous-deciduous forests (using the example of the Schelkovo training and experimental forestry, the Elk Island and Ugra national parks)]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika [Actual areas of research of the 21st century: theory and practice], 2017, v. 5, no. 1 (27), pp. 116–119.
- [13] Rysin L.P. *Tipy lesa Vostochnogo Podmoskov'ya. Lesa Vostochnogo Podmoskov'ya* [Types of forests in the Eastern suburbs. Forests of the Eastern suburbs]. Moscow: Nauka, 1979, pp. 39–126.
- [14] Rysin L.P., Savel'eva L.N. *Kadastry tipov lesa i tipov lesnykh biogeotsenozov* [Cadastrs of forest types and types of forest biogeocenoses]. Moscow: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2007, 143 p.
- [15] Voronin F.N., Kiseleva V.V. *Ob usykhaniy el'nikov na territorii natsional'nogo parka «Losinyy ostrov»* [About drying up of spruce forests in the territory of the national park «Elk island»]. Nauchnye trudy natsional'nogo parka «Losinyy ostrov» [Scientific works of the national park «Elk island»]. Ed. F.N. Voronin, V.V. Kiseleva. Moscow: Tipografiya Ey Bi Ti Grupp, 2014, v. 3, pp. 25–32.
- [16] Stonozhenko L.V. *Formirovanie dvukh yarussykh drevostoev v sosnyakakh slozhnykh Shchelkovskogo uchebno-opytного leskhozа* [Formation of bunk stands in the pine forests of the complex Schelkovo training and experimental forestry enterprise]. Mater. II Mezhd. nauchno-tekhn. konferentsii «Lesа Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovanie» [Mater. II Int. scientific and technical Conference «Forests of Russia: politics, industry, science, education»]. Sankt-Peterburg, SPbGLTU, May 24–26, 2017. Ed. V.M. Ged'o. Sankt-Peterburg: SPbGLTU, 2017, pp. 153–156.
- [17] Abaturov A.V., Melankholin P.N. *Dinamika lesа na postoyannykh probnykh ploshchadyakh v Podmoskov'e* [The dynamics of the forest on permanent sample plots in the Moscow region]. Tula: Grif i K, 2004, 334 p.
- [18] Rysin L.P. *Lesа Podmoskov'ya* [Forests near Moscow]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 256 p.
- [19] Obydennikov V.I., Volkov S.N. *Organizatsionno-tekhnicheskie elementy lesovodstvennykh sistem i ikh geograficheskie osobennosti* [Organizational-technical elements of silvicultural systems and their geographical features]. Materialy Nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 90-letiyu so dnya rozhdeniya V.K. Antonova, «Globalizatsiya i ekologo-ekonomicheskoe razvitiye regionov» [Proceedings of the scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of V.K. Antonova «Globalization and Regional Environmental and Economic Development»]. Ed. E.G. Grigor'ev, 2015, pp. 32–39.
- [20] Monin A.S., Shishkov Yu.A. *Istoriya klimata* [Climate history]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979, 406 p.

Author's information

Kiseleva Vera Vladimirovna — Cand. Sci. (Biology), Senior researcher, Centre for the Problems of Ecology and Productivity of Forests, Russian Academy of Sciences; Associated Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), vvkisel@mail.ru

Received 18.12.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

УДК 581.55

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-29-34

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА НЕКОТОРЫХ ТИПОВ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Г.А. Полякова, П.Н. Меланхолин

ФГБУН Институт лесоведения РАН, 143030, Московская область, Одинцовский район, с. Успенское, ул. Советская, д. 21
park-galina@mail.ru

На постоянных площадках наблюдений прослежена фактическая возрастная динамика основных типов сосновых лесов Московского региона. В молодняках в лишайниковый напочвенный покров постепенно внедряются зеленые мхи, которые в средневозрастных насаждениях начинают доминировать. Впоследствии в напочвенном покрове могут разрастаться черника и брусника. В сосняках в возрасте около 60 лет возможно появление самосева широколиственных пород. Густой ярус широколиственных пород формируется под сосной в возрасте около 120–140 лет. Затем около 60 лет существенных изменений фитоценоза может не наблюдаться. Сроки и характер смены напочвенного покрова зависят от сомкнутости древесного полога, наличия семян древесных пород, почвенных условий и антропогенных факторов (рекреация, пастьба скота, подсочка, низовые пожары). **Ключевые слова:** сосновые леса, динамика фитоценозов, возрастная динамика древостоев, возрастная динамика напочвенного покрова

Ссылка для цитирования: Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Возрастная динамика некоторых типов сосновых насаждений Московского региона // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 29–34. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-29-34

В середине XX века была разработана широко известная классификация типов леса В.Н. Сукачева [1]. В дальнейшем часть исследователей предложили динамическую типологию лесов, при которой тип леса рассматривался в возрастной динамике [2–4]. При создании типологии практически одновременно описанные участки леса выстраивались в ряды; наблюдения за изменениями фитоценозов во времени на зафиксированных участках были исключениями. Типологии сосняков Европейской части СССР была посвящена монография Л.П. Рысина [5], который стоял на позициях типологии, разработанной В.Н. Сукачевым. Основываясь на этой типологии, было проведено изучение антропогенного влияния на сосновые леса Подмосковья [6]. При этом все сосняки выстраивались в ряд, начиная с сосняка лишайникового и заканчивая сложными борами. Заболоченные сосняки не изучались, так как они мало использовались для рекреации. Через 10 лет, а в отдельных местах через значительно больший период времени, была проведена ревизия изменений, произошедших на тех же самых участках леса. Помимо этого, некоторые сосняки разными исследователями наблюдались в течение долгого времени [7, 8]. То есть частично была прослежена временная динамика сосновых фитоценозов на одних и тех же участках.

Цель работы

Поставлена задача проследить фактическую возрастную динамику основных типов сосновых лесов разного возраста Московского региона за период более чем 40 лет на неоднократно обследо-

ванных участках сосновых лесов, произрастающих в разнообразных почвенных условиях и относящихся к разным типам леса на территориях Городищенского лесничества, Белоомутского лесничества, Куровского лесхоза, заказника «Гуслицкий», Лохина острова, Серебряноборского опытного лесничества, Алексеевского лесопарка.

Методика исследований

При обследовании участков сосняков, имеющих разный возраст сосны и относящихся к разным типам леса, как правило, закладывались постоянные пробные площади (ППП). На каждой проводился пересчет всех деревьев, учет подроста и подлеска и полное геоботаническое описание фитоценоза. На постоянных пробных площадях проводилась нумерация деревьев. Такие площади до наших дней сохранились лишь в Серебряноборском опытном лесничестве и на Лохине острове. Остальные участки, где исчезла нумерация деревьев, находили по отмеченным приметам. В настоящее время перечеты древесного яруса были повторены на полностью сохранившихся ППП. На остальных участках проводилось подробное геоботаническое описание всех ярусов растительности.

Результаты и обсуждение

В работе Л.П. Рысина (1975) практически не учитывался возраст древостоя, даже не были приведены сведения о средних диаметрах стволов. На помещенных в книгу фотографиях все сосняки лишайниковые и мшисто-лишайниковые относительно молодые, явно моложе 50 лет.

По Л.П. Рысину [5], сосняки лишайниковые характерны для Мещерской низменности и встречаются по вершинам песчаных всхолмлений. Сосняк лишайниковый, обследованный в Городищенском лесничестве, располагался на вершине гряды, идущей вдоль русла реки Киржач [6]. Возраст сосны около 40 лет, сомкнутость древостоя 0,8. Подрост, подлесок, травяной и моховой покровы практически не были развиты. Проективное покрытие лишайников 80 %, доминировали *Cladonia mitis*, *C. uncialis*, *C. rangiferina*, *C. alpestris*, *Cetraria islandica* [6]. Через 10 лет на этом же участке под относительно густым ярусом древостоя напочвенный покров как мохово-лишайниковый, так и травяно-кустарничковый практически отсутствовал. Образовался сосняк редкопокровный, далее обычно постепенно начинает формироваться моховой покров.

В середине 1970-х гг. на территории Белоомутского лесничества заметные площади занимали сосняки лишайниково-зеленомошные [9]. Возраст древостоя около 60 лет, сомкнутость 0,6. Подлесок был редкий, травяно-кустарничковый покров слабо развит (*Carex ericetorum*, *Koeleria glauca*, *Calamagrostis epigeios*, *Melampyrum pratense* — названия растений даны по П.Ф. Маевскому [12]). Проективное покрытие лишайников достигало 60–70 % (*Cladonia mitis*, *C. rangiferina*, *Cetraria islandica*), мхов — до 20 % (*Dicranum polysetum*, *Pleurosium schreberi*) [6]. Через 11 лет на тех же участках практически полностью исчезли лишайники (проективное покрытие не более 5 %), проективное покрытие мхов увеличилось до 50 % (*Pleurosium schreberi*, *Dicranum undulatum*). Заметно разросся травяно-кустарничковый покров (до 50 %), доминировали *Calamagrostis epigeios*, *Convallaria majalis*, обильны *Solidago virgaurea*, *Agrostis capillaris*, *Melampyrum pratense*, *Calamagrostis arundinacea*. Более или менее заметное количество лишайников было обнаружено только на опушках леса под редким сосновым подростом.

В середине 1970-х гг. на территории Лохина острова было проведено обследование растительности и заложена серия постоянных пробных площадей в разных типах леса, включая сосняки [10]. В исследуемый период в сосняке извилисто-щучково-овсяницево-мшанном с участием *Chimaphila umbellata* и *Vaccinium vitis-idaea* был хорошо развитый моховой покров с преобладанием *Pleurosium schreberi*, *Dicranum polysetum* и небольшим участием напочвенных лишайников [10]. К 2009 г. в этом же сосняке сформировался негустой ярус подроста и подлеска (рябина, липа). В травяно-кустарничковом покрове доминировала *Avenella flexuosa*, обильны *Festuca ovina*, *Calamagrostis arundinacea*, *Convallaria majalis*. В сплошном моховом покрове доминировали *Pleurosium schreberi*, *Dicranum polysetum*, лишайников

не было обнаружено [11]. Из редких видов растений в небольшом обилии появились *Goodyera repens*, *Lycopodium annotinum*, *Neottianthe cucullata*.

В 1978 г. в сосняке зеленомошно-овсяницево-мшанном Лохина острова древостой был представлен двумя поколениями сосны; кроме того, имелся многочисленный подрост сосны. В травяно-кустарничковом покрове доминировали *Vaccinium vitis-idaea* и *Avenella flexuosa*, на днище котловины был обилён *Pleurosium schreberi* [10]. К 2009 г. почти весь подрост сосны выпал. Под ярусом сосны идет формирование подъяруса древостоя из ели с единичными дубами. Появился густой ярус подроста и подлеска (сомкнутость 0,6–0,8), в котором преобладает рябина, обильны береза, ель, дуб. В травяно-кустарничковом покрове доминируют *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Rubus saxatilis*, *Calamagrostis arundinacea*, в густом моховом покрове — *Pleurosium schreberi* и *Dicranum polysetum* [11]. За 30 лет на площади появились такие редкие виды растений, как *Chimaphila umbellata*, *Goodyera repens*, *Neottianthe cucullata*. Почти на всей территории припевающихся сосняков Лохина острова до 2009 г. были обильными такие охраняемые растения, как *Neottianthe cucullata*, *Goodyera repens*, *Chimaphila umbellata*. За последние годы в результате повторяющихся засух резко снизилось обилие обеих орхидей, а также двух видов плаунов: *Lycopodium clavatum* и *L. annotinum* [13]. Большая часть редких видов произрастает в сосняках, возраст древостоя которых около 70–100 лет. Только *Chimaphila umbellata* отмечена в более молодых сосняках среди густого мохового покрова. Напочвенные лишайники в небольшом обилии отмечены только в сосновых молодняках.

Сосняки-зеленомошники характерны для восточной части Московской области [5]. В Куровском лесхозе заметные площади занимали припевающиеся сосняки-зеленомошники [6]. Местами отмечался густой подрост сосны, подлесок обычно был представлен единичными особями можжевельника. В редком травяно-кустарничковом покрове встречались *Melampyrum pratense*, *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *Carex ericetorum*, *Pilosella officinarum*, местами *Antennaria dioica*, *Veronica officinalis*, *Lusula pilosa*. Из редких видов растений местами была отмечена *Chimaphila umbellata* и очень редко — *Pyrola chlorantha*. В сплошном моховом покрове доминировал *Pleurosium schreberi* [6]. Через 10 лет на этом участке от соснового подроста остались лишь единичные угнетенные экземпляры. Как показали наблюдения, сосновый подрост нередко появляется при возрасте соснового древостоя около 80–100 лет, иногда позднее; и спустя 10–20 лет, при неизменной и тем более при увеличившейся сомкнутости

полога древостоя, он почти полностью исчезает, что отмечалось в сосняках Куровского лесхоза, Лохина острова и Серебряноборского опытного лесничества.

Через 40 лет после первого описания участка отмечены значительные изменения во всех ярусах леса. На многих соснах видны следы подсоски, а где-то местами следы давних низовых пожаров. Первый ярус древостоя представлен в основном сосной, во втором ярусе местами более молодая сосна или ель. Подрост негустой, представлен большей частью немногочисленной елью, березой, изредка встречаются сосна и дуб. Из-за неравномерности древесного яруса напочвенный покров также неравномерный. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова 20–40 %, доминируют *Vaccinium myrtillus* и *V. vitis-idaea*. Местами встречаются большие пятна *Linnaea borealis*. Проективное покрытие мохового покрова около 90 %, доминирует *Pleurosium schreberi*. Редкие виды растений (*Monotropa hypopitys*, *Pyrola media*, *Chimaphila umbellata*, *Lycopodium clavatum*) большей частью отмечены на небольших прогалинах, а под кронами небольшого участка ельника обнаружено пятно *Goodyera repens*.

В 1975 г. на высоком берегу реки Нерской был описан средневозрастной сосняк-зеленомошник с мелким подростом сосны. В редком травяно-кустарничковом покрове (20 %) преобладал *Melampyrum nemorosum*, встречались *Chimaphila umbellata*, *Festuca ovina*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Calamagrostis epigeios*. Проективное покрытие мохового покрова составляло 90 %, доминировал *Pleurosium schreberi*, обилие было *Dicranum polysetum*, единично встречались напочвенные виды лишайников. Через 40 лет на этом месте сохранился сосняк, на стволах которого имеются явные следы давнего низового пожара. Негустой мелкий подрост сосны, рябины и березы сосредоточен большей частью на прогалинах. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова 30–50 %, доминируют большей частью *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, а местами *Oxalis acetosella*. Из редких видов отмечена *Chimaphila umbellata*, а преимущественно на небольших прогалинах имеются большие пятна *Lycopodium clavatum*, *L. complanatum*, *L. annotinum*. Проективное покрытие мхов до 80 %, доминирует *Pleurosium schreberi*, обилие *Dicranum polysetum*, местами *Hylocomium splendens* и *Polytrichum commune*. Напочвенных лишайников не обнаружено. То есть образовался сосняк-зеленомошник бруснично-черничный.

В 1970-х гг. на территории Алексеевского лесопарка была заложена постоянная пробная площадь в сосняке с елью разнотравно-черничном. В травяно-кустарничковом покрове доминируют

вали *Vaccinium myrtillus*, *Carex pilosa* и местами *Calamagrostis arundinacea*. В моховом покрове доминировали *Pleurosium schreberi*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens* [14]. При повторном описании в 1982 г. на этой площади в травяном покрове доминировал главным образом *Calamagrostis arundinacea*, местами — *Carex pilosa*, *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis*, *Oxalis acetosella*. Преобладание *Vaccinium myrtillus* сохранилось только на небольшом участке [15]. К 1996 г. на большей части ППП доминировала *Oxalis acetosella*. Моховой покров занимал 25–30 % поверхности почвы, доминировал *Pleurosium schreberi*; обилие *Dicranum polysetum*, местами *Hylocomium splendens*. Сосняк с елью разнотравно-черничный в процессе естественного возрастного развития к 1982 г. преобразовался в сосняк с елью, липой и дубом чернично-ландышево-вейниковый, а к 1996 г. — в сосняк с елью кисличный.

В Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН в 1947 г. начались наблюдения на первой постоянной пробной площади (ППП I), заложеной в сосняке лещиново-рябинном [16]. С 1957 г. работы на постоянных пробных площадях продолжил и расширил Л.П. Рысин, затем Л.И. Савельева [17], а с 2009 г. — Г.А. Полякова и П.Н. Меланхолин [11]. В 1947 г. на ППП I в древостое преобладала перестойная сосна с небольшой примесью березы и липы. В подлеске доминировала рябина. В травяно-кустарничковом покрове было зафиксировано более 100 видов, из них к доминирующим можно отнести *Rubus saxatilis*, *Carex digitata*, *Vaccinium myrtillus*, *Oxalis acetosella*, *Aegopodium podagraria*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium*, *Fragaria vesca*, *Calamagrostis arundinacea* [16]. Из растений, которые в настоящее время считаются редкими, были отмечены *Platanthera bifolia*, *Pulmonaria angustifolia*, *Goodyera repens*, *Chimaphila umbellata*. В относительно небольшом обилии в напочвенном покрове встречались многочисленные лесо-луговые и сорные виды. Проективное покрытие мохового покрова было около 15–18 %, доминировал *Pleurosium schreberi* [16]. Постепенно сосняк лещиново-рябиновый преобразовался в сосняк с липой чернично-разнотравный, а затем в сосняк с липой снытево-кисличный [16]. Идет постепенный отпад старых деревьев сосны, увеличивается численность и запас липы. В травяно-кустарничковом покрове практически полностью выпали лугово-лесные виды [7]. В настоящее время часть рябины, когда-то составлявшая подлесок этого насаждения, представляет собой деревья третьей величины с диаметром стволов до 20 см, идет процесс их отмирания. Отмечено увеличение числа деревьев широколиственных пород за счет перехода подроста

липы и отчасти клена в состав третьего яруса древостоя. В негустом подросте преобладают липа и клен. В травяно-кустарничковом покрове доминирует *Oxalis acetosella*, обильны *Aegopodium podagraria*, *Carex digitata*, *Convallaria majalis*, *Impatiens parviflora*.

К 1946 г., времени создания Серебряноборского опытного лесничества при Институте леса АН СССР, полоса старовозрастного сосняка, прилегающего к поселку Рублево, была сильно нарушена во время войны, а также прогоном скота. При образовании опытного лесничества прогон скота был запрещен. К 1963 г. на части этого участка под негустым пологом соснового древостоя имелся многочисленный благонадежный подрост сосны с примесью рябины, березы, осины и ивы козьей. В относительно густом травяно-кустарничковом покрове доминировал *Vaccinium myrtillus*, обильными были *V. vitis-idaea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Fragaria vesca*, *Agrostis capillaris*. Проективное покрытие мохового покрова было около 20 %, доминировал *Pleurosium schreberi*, местами был обильен *Polytrichum commune* [18]. К началу текущего столетия под пологом старых сосен сохранились лишь единичные молодые деревья сосны, березы, дуба и липы, а под ними густой ярус из рябины, ивы козьей, с примесью ирги, бересклета и крушины. Проективное покрытие травяно-кустарничкового покрова 70 %, обильны *Oxalis acetosella*, *Fragaria vesca*, *Luzula pilosa*, *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis*. *Vaccinium myrtillus* сохранился только единичными экземплярами, практически полностью исчез моховой покров. Средневозрастный сосняк образовался только на участках, где почти полностью выпала старая сосна. На этих участках в напочвенном покрове обильна *Vaccinium myrtillus* и развит моховой покров с преобладанием *Pleurosium schreberi*.

Сосняки с дубом лещиновые чернично-разнотравные находятся под наблюдением с 1960 г. [7, 8]. Изначально в травяно-кустарничковом покрове наряду с *Vaccinium myrtillus* преобладали *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis*, *Calamagrostis arundinacea*, в небольшом обилии встречались лесолуговые виды [7]. К 1990 г. появились или разрослись многие виды, типичные для широколиственных и хвойно-широколиственных лесов, такие как *Asarum europaeum*, *Galeobdolon luteum*, *Carex pilosa* [8]. К началу текущего столетия в травяно-кустарничковом покрове доминирование перешло к *Carex digitata*, *Convallaria majalis*, *Galeobdolon luteum*, *Oxalis acetosella*. Скорее всего, здесь произошло полное восстановление напочвенного покрова после прекращения прогона скота более 70 лет тому назад. В настоящее время многие деревья дуба заражены опенком, идет отпад деревьев этой породы.

В сложных борах разница в возрасте сосны и произрастающих под ее пологом широколиственных пород составляет большей частью от 40 до 80 лет [8, 11]. Широколиственные породы под сосной появляются чаще всего уже в сложившемся сосняке, где произошло разреживание древесного полога. В результате чего изменения в напочвенном покрове при сформировавшемся ярусе широколиственных пород долгие годы почти незаметны, исключения составляют леса, когда-то использовавшиеся для прогона скота. На таких участках постепенно исчезают сорные и лугово-лесные растения. Низкобонитетный дуб под пологом сосны начинает выпадать в возрасте около 70–80 лет.

Выводы

Наблюдения над формированием фитоценозов в культурах сосны показали, что создание сложных боров путем одновременной посадки сосны и широколиственных пород приводит к тому, что к 40–50 годам обычно сохраняются немногочисленные экземпляры широколиственных пород, большей частью сильно угнетенные [19]. В культурах сосны при достижении ими возраста 40–50 лет нередко появляется самосев широколиственных пород, преимущественно дуба, но формирование яруса широколиственных пород может произойти только при разреживании полога сосны.

Сосняки лишайниковые в условиях Подмосковья наилучшего развития могут достигать при возрасте сосны около 40 лет. Затем при относительно сомкнутом древесном пологе они могут смениться сосняками редкопокровными. Возраст сосны в сосняках мшисто-лишайниковых около 60–100 лет. При относительно негустом древесном ярусе формируется густой напочвенный покров из лишайников и зеленых мхов. Затем может начаться деградация лишайников. В результате образуются сосняки-зеленомошники, для которых характерен мощный покров из зеленых мхов и негустой травяно-кустарничковый покров.

При разреженном насаждении формирование зеленомошного напочвенного покрова может начаться в более молодом возрасте. При возрасте сосны более 60 лет под ее пологом, при наличии семян, возможно появление подроста широколиственных пород. Сплошной ярус широколиственных пород, включая лещину, может сформироваться под сосной примерно в 120–140 лет. Затем около 60 лет существенных изменений может не наблюдаться. Дуб в сложных борах порода недолговечная, а липа может пережить распад соснового яруса. Параллельно с изменениями во всех ярусах сосняков идут изменения и в почвах [11]. Сроки и характер смены напочвенного покрова и внедрения широколиственных пород зависят от множества

факторов: сомкнутости древесного полога, наличия семян широколиственных пород и антропогенных факторов (рекреация, пастьба скота, подсочка, низовые пожары разной интенсивности).

Список литературы

- [1] Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Избранные труды. Л.: Наука, 1972. Т. 1. 418 с.
- [2] Мелехов И.С. Динамическая типология леса. М.: Агропромиздат, 1989. 222 с.
- [3] Бемманн А., Кожухов Н.И., Обьденников В.И. Динамическая типология леса — современная научно-практическая основа лесохозяйственных систем // Вестник МГУЛ — Лесной вестник, 2005. № 5. С. 23–33.
- [4] Обьденников В.И., Волков С.Н., Коротков С.А. Зонально-типологические основы лесного хозяйства. М.: МГУЛ, 2015. 220 с.
- [5] Рысин Л.П. Сосновые леса Европейской части СССР. М.: Наука, 1975. 212 с.
- [6] Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосковья. М.: Наука, 1981. 144 с.
- [7] Рысин Л.П. Мониторинг лесных биогеоценозов. Серебрянорборское опытное лесничество. 65 лет лесного мониторинга. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2010. С. 32–59.
- [8] Савельева Л.И. Устойчивость лесных сообществ к рекреации. Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2004. С. 38–73.
- [9] Савельева Л.И. Типы сосновых лесов Белоомутского лесничества. Почвенно-экологические исследования в сосновых лесах Мещеры. М.: Наука, 1980. С. 5–24.
- [10] Абатуров А.В., Вакуров А.Д., Ильинская С.А. Леса западного Подмосковья / отв. ред. Л.П. Рысин. М.: Наука, 1982. 236 с.
- [11] Полякова Г.А., Меланхолин П.Н., Лысыков А.Б. Динамика состава и структуры сложных боров Подмосковья // Лесоведение, 2011. № 2. С. 42–50.
- [12] Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2006. 600 с.
- [13] Полякова Г.А., Меланхолин П.Н. Влияние засухи 2010 года на травяно-кустарничковый покров подмосковных лесов // Лесоведение, 2013. № 4. С. 43–51.
- [14] Рысин Л.П., Абатуров А.В., Казанцева Т.Н. Леса восточного Подмосковья / отв. ред. С.Ф. Курнаев. М.: Наука, 1979. 184 с.
- [15] Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье. Тула: Гриф и К., 2002. 336 с.
- [16] Никитин С.А., Гребенникова Е.Ф. Стационарные исследования биогеоценоза сложного бора // Тр. Лаборатории лесоведения АН СССР, 1961. Т. II. С. 177–353.
- [17] Рысин Л.П., Савельева Л.И., Беднова О.В., Рысин С.Л., Маслов А.А. Динамические процессы в рекреационных лесах. Мониторинг рекреационных лесов. М.: ОНТИ ПНЦ РАН, 2003. С. 32–99.
- [18] Полякова Г.А., Вакуров А.Д. Опыт проведения постепенных рубок в перестойных сложных сосняках. Сложные боры хвойно-широколиственных лесов и пути ведения лесного хозяйства в лесопарковых условиях Подмосковья. М.: Наука, 1968. С. 89–115.
- [19] Полякова Г.А. Динамика искусственных лесных фитоценозов с преобладанием хвойных пород. Динамика хвойных лесов Подмосковья. М.: Наука, 2000. С. 162–194.

Сведения об авторах

Полякова Галина Андреевна — д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУН Институт лесоведения РАН, park-galina@mail.ru

Меланхолин Петр Николаевич — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт лесоведения РАН, p_n_melankholin@mail.ru

Поступила в редакцию 25.11.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

AGE DYNAMICS OF SOME PINE FOREST TYPES IN MOSCOW REGION

G.A. Polyakova, P.N. Melankholin

Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences (ILAN), 21, Sovetskaya st., 143030, Uspenskoe, Moscow reg., Russia
park-galina@mail.ru

On permanent observation plots, actual age dynamics of the main types of pine forests of the Moscow region was tracked. In young pine forests, green mosses gradually invade the lichen ground cover and begin to dominate which in middle-aged stands. Later on, blueberries and bilberries can appear and expand in the ground cover. In the pine forests at the age of ca. 60 years, the natural regeneration of broad-leaved species can appear. A dense subcanopy of broadleaved species is formed under pine canopy at the age of 120–140. Then no significant changes in a phytocenosis are observed during approximately 60 years. Period and character of ground cover changes depend on the closeness of tree canopy, the availability of seeds of tree species, soil conditions, and anthropogenic factors (recreation, grazing, tapping, ground fires).

Keywords: pine forests, phytocenoses dynamics, age dynamics of forest stands, age dynamics of ground vegetation

Suggested citation: Polyakova G.A., Melankholin P.N. *Vozrastnaya dinamika nekotorykh tipov sosnovykh nasazhdeniy Moskovskogo regiona* [Age dynamics of some pine forest types in Moscow region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 29–34. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-29-34

References

- [1] Sukachev V.N. *Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii. Izbrannye trudy*. [Fundamentals of forest typology and biogeocoenology. Selected works]. Leningrad: Nauka, 1972, vol. 1, 418 p.
- [2] Melekhov I.S. *Dinamicheskaya tipologiya lesa* [Dynamic forest typology]. Moscow: Agropromizdat, 1989, 222 p.
- [3] Bemmman A., Kozhukhov N.I., Obydennikov V.I. *Dinamicheskaya tipologiya lesa — sovremennaya nauchno-prakticheskaya osnova lesokhozyaystvennykh sistem* [Dynamic forest typology as modern scientific and practical basis of forest management systems]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2005, no. 5, pp. 23–33.
- [4] Obydennikov V.I., Volkov S.N., Korotkov S.A. *Zonal'no-tipologicheskie osnovy lesnogo khozyaystva* [Zonal and typological foundations of forestry]. Moscow: MSFU, 2015, 220 p.
- [5] Rysin L.P. *Sosnovye lesa evropeyskoy chasti SSSR* [Pine forests of European part of Russia]. Moscow: Nauka, 1975, 212 p.
- [6] Polyakova G.A., Malysheva T.V., Flerov A.A. *Antropogennoe vliyaniye na sosnovye lesa Podmoskov'ya* [Anthropogenic effect on pine forests of the Moscow Region]. Moscow: Nauka, 1981, 144 p.
- [7] Rysin L.P. *Monitoring lesnykh biogeotsenozov. Serebryanoborskoe opytное lesnichestvo. 65 let lesnogo monitoringa* [Monitoring of forest biogeocoenoses. Serebryanoborskoe experimental forestry. Sixty-five years of forest monitoring]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2010, pp. 32–59.
- [8] Savel'eva L.I. *Ustoychivost' lesnykh soobshchestv k rekreatsii. Vliyaniye rekreatsii na lesnye ekosistemy i ikh komponenty* [Tolerance of forest communities to recreation. Effect of recreation on forest ecosystems and their components]. Pushchino: ONTI PNTS RAN, 2004, pp. 38–73.
- [9] Savel'eva L.I. *Tipy sosnovykh lesov Beloomutskogo lesnichestva. Pochvenno-ekologicheskie issledovaniya v sosnovykh lesakh Meshchery* [Types of pine forests of Beloomut forestry. Soil and ecological studies in pine forest of Meshchera]. Moscow: Nauka, 1980, pp. 5–24.
- [10] Abaturov A.V., Vakurov A.D., Il'inskaya S.A. *Lesy zapadnogo Podmoskov'ya* [Forests of Western Moscow Region]. Moscow: Nauka, 1982, 236 p.
- [11] Polyakova G.A., Melankholin P.N., Lysikov A.B. *Dinamika sostava i struktury slozhnykh borov Podmoskov'ya* [Dynamics of composition and structure of composite pine forests of the Moscow Region]. Lesovedeniye [Forest Sciences], 2011, no. 2, pp. 42–50.
- [12] Maevskiy P.F. *Flora sredney polosy evropeyskoy chasti Rossii* [Flora of middle European part of Russia]. Moscow: Tov-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2006, 600 p.
- [13] Polyakova G.A., Melankholin P.N. *Vliyaniye zasukhi 2010 goda na travyano-kustarnichkovyy pokrov podmoskovnykh lesov* [Influence of the drought of the year 2010 on herbaceous vegetation of the forests of the Moscow Region]. Lesovedeniye [Forest Sciences], 2013, no. 4, pp. 43–51.
- [14] Rysin L.P., Abaturov A.V., Kazantseva T.N. *Lesy vostochnogo Podmoskov'ya* [Forests of Eastern Moscow Region]. Moscow: Nauka, 1979, 184 p.
- [15] Abaturov A.V., Melankholin P.N. *Estestvennaya dinamika lesa na postoyannykh probnykh ploshchadyakh v Podmoskov'ye* [Natural forest dynamics on permanent observation plots in the Moscow Region]. Tula: Grif i K, 2002, 336 p.
- [16] Nikitin S.A., Grebennikova E.F. *Statsionarnyye issledovaniya biogeotsenozov slozhnogo bora* [Stationary studies of the biogeocoenosis of composite pine forest]. Tr. Laboratorii lesovedeniya AN SSSR [Proc. of the Laboratory of Forest Science, Academy of Sciences of the USSR], 1961, v. II, pp. 177–353.
- [17] Rysin L.P., Savel'eva L.I., Bednova O.V., Rysin S.L., Maslov A.A. *Dinamicheskie protsessy v rekreatsionnykh lesakh* [Dynamic processes in recreational forests]. Monitoring rekreatsionnykh lesov [Monitoring of recreational forests]. Moscow: ONTI PNTS RAN, 2003, pp. 32–99.
- [18] Polyakova G.A., Vakurov A.D. *Opyt provedeniya postepennykh rubok v perestoynykh slozhnykh sosnyakakh* [Experiment with gradual cuts in overmature composite pine forests]. Slozhnye bory khvoyno-shirokolistvennykh lesov i puti vedeniya lesnogo khozyaystva v lesoparkovykh usloviyakh Podmoskov'ya [Composite pineries of coniferous-broadleaved forests and patterns of forest management under the conditions of forest parks of the Moscow Region]. Moscow: Nauka, 1968, pp. 89–115.
- [19] Polyakova G.A. *Dinamika iskusstvennykh lesnykh fitotsenozov s preobladaniem khvoynnykh porod* [Dynamics of artificial forest phytocoenoses with the predomination of coniferous species]. Dinamika khvoynnykh lesov Podmoskov'ya [Dynamics of coniferous forests of the Moscow Region]. Moscow: Nauka, 2000, pp. 162–194.

Authors' information

Polyakova Galina Andreevna — Dr. Sci. (Biological), Chief researcher, Forest Science Institute, Russian Academy of Sciences, root@ilan.ras.ru, park-galina@mail.ru

Melankholin Petr Nikolaevich — Cand. Sci. (Biological), Senior researcher, Forest Science Institute, Russian Academy of Sciences, p_n_melankholin@mail.ru

Received 25.11.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

ПРИРОДНО-ЦЕЛЕВЫЕ ОБЪЕКТЫ ЛЕСОВОДСТВА — ОСНОВА РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ЛЕСАХ РАЗЛИЧНОГО ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.И. Желдак

ФБУ Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 141202, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

lesvig@yandex.ru

Рассматриваются вопросы развития и использования классификации природно-целевых объектов лесоводства (ПдЦЛВО) для разрабатываемых приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий (ПЦСЛВ), обеспечивающих при их реализации на практике значительное повышение эффективности содержания и использования лесов (СИЛ), восстановление и сохранение их экологического и ресурсного потенциала, поддержание непрерывного неистощительного целевого лесопользования — эксплуатационных и защитных лесов, в том числе по категориям защитных лесов и особо защитным участкам лесов, объединенных и дифференцированных в лесоводственных типах и видах целевого назначения лесов (ЦНЛ). Актуальность этих вопросов определяется недостаточной эффективностью существующего ведения лесного хозяйства и лесопользования, сохранения лесов, обеспечения потребностей в лесах и лесных ресурсах при возрастающем экологическом, природоохранном значении лесов и в то же время обостряющемся локальном дефиците качественных лесных ресурсов. Повышение эффективности объектного обеспечения создания и применения ПЦСЛВ предусматривается одновременно путем развития природно-целевой классификации объектов лесоводства с дифференциацией их по уровню комплексной эколого-лесоводственной доступности для осуществления системных и внесистемных мероприятий по циклам лесовоспроизводства, соответственно разработанным типам или моделям возможного режима содержания и использования лесов, в том числе приоритетно-моно- или многоцелевого интенсивного лесопользования, традиционного относительно разной интенсивности, а также консервационно-восстановительного — для неиспользуемых лесов, нарушенных, восстанавливающихся в результате естественных лесообразовательных процессов. Результат исследований — основные методические положения, регламентирующие формирование системы таксонов целевого назначения лесов и соответствующего ей состава природно-целевых объектов лесоводства; обоснование порядка определения режима содержания и использования лесов по типам и видам ЦНЛ, включающим законодательно выделяемые категории защитных лесов, особо защитные участки лесов, эксплуатационные и резервные леса; разработку и применение для них соответствующих лесоводственных мероприятий и их систем.

Ключевые слова: объекты лесоводства, типологическая классификация лесов, целевое назначение лесов, системы лесоводственных мероприятий

Ссылка для цитирования: Желдак В.И. Природно-целевые объекты лесоводства — основа разработки и применения эффективных лесоводственных мероприятий в лесах различного целевого назначения // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 35–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-35-44

Итак, первой особенностью лесоводства является его оригинальный объект, из своеобразных черт которого вытекают все особенности лесоводственного искусства — как технические, так и экономические.

Г.Ф. Морозов

По мере становления и развития типологии леса [1–6], выделяемые на ее основе участки определенных типов леса, групп типов леса рассматривались и использовались в лесоводстве в качестве конкретных (элементарных) объектов назначения и осуществления лесоводственных мероприятий. И, хотя на практике это далеко не всегда реализовывалось по объективным организационным и экономическим причинам или в связи с нарушением установленных требований, в плане теоретического, методического и нормативного обеспечения вопросы формирования

лесоводственных мероприятий и приведения их в соответствие лесотипологическим условиям решались вполне удовлетворительно.

В значительной мере это достигалось в связи с существовавшим практически почти единым типом многоцелевого ведения лесного хозяйства и лесопользования, в котором к тому же реально преобладала (основное значение имела) одна цель — максимальное пользование древесиной сравнительно высокого качества. Выделяемые отдельные особо ценные участки, массивы лесов, в том числе определенных пород и расположения,

выводились практически из общего типа ведения хозяйства и лесопользования путем введения полного запрета или ограничения рубок и других мероприятий, что не имело большого значения при небольшой площади таких лесов. Единство целевой направленности разрабатываемых в то время лесоводственных мероприятий, в первую очередь лесоводственных рубок, в том числе рубок лесовозобновления, рубок ухода или воспитания, нашло отражение и в трудах Г.Ф. Морозова [1].

И только в 30-х гг. XX в. с выделением, по существу, защитных лесов (лесокультурной зоны) перед лесоводством возникает задача обеспечения фактически разноцелевого содержания и использования лесов — эксплуатационных и защитных. Исходные принципы и методические подходы (основы) ее решения заложены в подготовленной в то время (опубликованной только в 1983 г.) работе М.М. Орлова «Леса водоохранные, защитные и лесопарки. Устройство и ведение хозяйства» [7], в которой рассмотрены актуальные вопросы лесоводственно обоснованного применения в защитных лесах выборочных и сплошных рубок. Определенное направление решения задачи формирования особых лесоводственных мероприятий в защитных лесах обозначено М.Е. Ткаченко в учебнике лесоводства, опубликованном в 1939 г.: «В водоохранно-защитных лесах в запретной зоне, где главные рубки вообще запрещены, рубки ухода продолжают непрерывно и должны способствовать постепенному обновлению и улучшению фитоценоза» [3, с. 614.].

Однако в последующие годы после разделения лесов на три группы (1943 г.), с выделением лесов первой группы — по существу, защитных лесов, вопрос создания специальных типов содержания и использования защитных лесов (ведения лесного хозяйства в них) решался фактически без должного учета природных лесотипологических свойств лесов — объектов лесоводства путем установления шаблонных ограничений или запретов проведения определенных мероприятий лесоводства и лесопользования независимо от того, к какой категории лесов, к какому типу или группе типов леса относится тот или иной участок защитных лесов, особо защитных участков лесов.

Несмотря на значительные изменения социально-эколого-экономических условий и возрастающей социально-экологической ценности лесов, появления системных разработок в лесоводстве, принцип шаблонного нормативно-правового регламентирования применения лесоводственных мероприятий сохранился и закрепился в Лесном кодексе Российской Федерации [8]. Он проявляется, в частности, почти в полном запрете применения в защитных лесах сплошных рубок. Следовательно, на всех объектах лесоводства

защитных лесов должны вестись только выборочные рубки, в частности на тех, где по лесотипологическим условиям и биологическим свойствам лесообразующих пород выборочные рубки не эффективны или вообще неприемлемы [7–9].

В условиях сложившейся возрастающей потребности в разработке и применении разноцелевых систем лесоводственных мероприятий для лесов различного целевого назначения при четком соответствии их в то же время природным свойствам участков леса разного породного состава и лесотипологических условий, определены цель и задачи НИР.

Цель работы

Цель работы — разработать основные методические положения формирования комплексов природно-целевых объектов (ПдЦЛВО) приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий (ПЦСЛВ) для лесов определенных типов и видов целевого назначения и типов или групп типов леса, обеспечивающих наиболее эффективную реализацию ПЦСЛВ с учетом комплексной эколого-экономической доступности осуществления системных лесоводственных мероприятий, целевого сохранения лесов, обеспечения непрерывного эффективного выполнения ими целевых функций.

Материалы и методы

Достижение цели обеспечивается решением комплекса задач, включающих:

- оценку существующей нормативно-регламентируемой объектной базы лесоводства для разработки и эффективного применения приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий в эксплуатационных и защитных лесах, в том числе по категориям защитных лесов и особо защитным участкам лесов;

- оценку законодательных (нормативных) принципов установления режима содержания и использования лесов — объектов лесоводства и определение необходимости их изменения;

- обоснование основных методических положений формирования комплексов природно-целевых объектов, установления для них правового (нормативного, целевого) режима содержания лесов и лесопользования, соблюдение его путем разработки и применения соответствующих приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий.

Результаты и обсуждение

Решение поставленных задач осуществлялось на основе исторически сложившегося *системного* зонально-типологического приоритетно-целевого *метода исследований* и разработки систем лесоводственных мероприятий. При этом использо-

вались содержащиеся в литературных источниках, нормативных и методических документах материалы, характеризующие существующее разнообразие лесов, дифференциацию объектов лесоводства — по различию природных свойств и признаков, в том числе на основе районирования лесов, их зонально-типологической классификации [10–12], интенсивно развивающейся в современный исторический период (90-е гг. XX — первые десятилетия XXI в.) классификации лесов по целевому назначению, наряду с выделением особо ценных лесов, лесов высокой природоохранной ценности, лесов социального назначения и др.; а также формирование национального лесного наследия Российской Федерации [13–18], исходные принципы интегрированной классификации лесов — объектов лесоводства по совокупности (сочетанию) их природных и целевых свойств [9, 19].

Оценка существующей нормативно-регламентируемой объектной базы лесоводства

Действующее законодательство, включая Лесной кодекс Российской Федерации (2006 г.), в принципе содержит все элементы регулирования содержания (охраны, защиты, воспроизводства) и использования лесов, необходимые для создания систем лесоводственных мероприятий согласно методическим документам по организации и ведению лесного хозяйства на зонально-типологической основе [12], а также организации лесного хозяйства и устойчивого управления лесами [20]. Это и районирование лесов, включающее определение в зависимости от природно-климатических условий лесорастительных зон, в которых расположены леса с относительно однородными лесорастительными признаками (лесорастительное районирование), и установление на основе лесорастительного районирования лесных районов с относительно сходными условиями использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов (ст. 15 Лесного кодекса), и подразделение лесов по целевому назначению на резервные, эксплуатационные и защитные (ст. 10) с выделением категорий защитных лесов и особо защитных участков лесов (ст. 102), а также в определенной мере и требование комплексного подхода при освоении лесов (ст. 12).

В то же время эти законодательные элементы или основы не используются непосредственно для регламентирования создания объектной базы разработки и применения лесоводственных мероприятий, в том числе разработанных в прошлом в рамках региональных систем лесохозяйственных мероприятий на зонально-типологической основе [11, 12]. Подразделение лесов — объектов лесоводства — осуществляется только по целевому назначению, причем в менее дифференцированной форме, чем в предшествующем законода-

тельстве с объединением лесов второй группы, расположенных в сравнительно густонаселенных районах, с лесами третьей группы в виде эксплуатационных лесов с менее ограниченным режимом лесопользования, противопоставляемым режиму защитных лесов, имевших в прошлом значительные ограничения применения мероприятий использования и воспроизводства лесов.

Состав категорий защитных лесов хотя существенно изменился, отдельные выделенные категории характеризуются различной сложностью и объединяют, по существу, нередко объекты разного целевого назначения, различных сущностных природных свойств, которым практически невозможно привести в соответствие не только системы, но и отдельные мероприятия (как леса, расположенные за пределами лесной зоны и в горах). При этом правовой режим, устанавливаемый Лесным кодексом, по четырем выделенным комплексным категориям защитных лесов, базируется исключительно на запрете проведения сплошных рубок лесных насаждений, причем в лесах, расположенных в водоохраных зонах, устанавливается полный запрет применения этих рубок [8].

Безальтернативное установление такого режима хозяйственного воздействия на леса не соответствует свойствам и закономерностям динамики многих типологических объектов лесоводства, лесных экосистем с разновозрастными древостоями, в условиях типов леса, где естественное возобновление целевых пород не обеспечивается при разреживании и повторяющаяся выборочная рубка снижает экологический потенциал участка и неизбежно ведет к полной утрате древостоя и необходимости восстановления его путем создания лесных культур.

В целом, установление режима содержания и использования лесов — объектов лесоводства по одному признаку целевого назначения, без учета и соответствия основополагающему — природным лесотипологическим свойствам лесов, не может обеспечить непрерывное сохранение, поддержание лесов в динамичном целевом состоянии, обеспечивающем эффективное выполнение лесами водоохраных, защитных, средообразующих и иных полезных функций, что противоречит требованиям самого лесного законодательства по освоению защитных лесов (ч. 4 ст. 12 Лесного кодекса РФ).

Оценка законодательных (нормативных) принципов установления режима содержания и использования лесов — объектов лесоводства и определение необходимости их изменения

Отмеченные и другие недостатки нормативно-регламентируемой объектной базы лесоводства и использования ее для эффективного содержания и сохранения ценных целевых экосистем, научно обоснованной смены их поколений леса,

связаны с принятым на законодательном уровне порядком, по существу, выделения объектов лесоводства как определенных таксонов классификации лесов по целевому назначению и установлению для них определенных правовых режимов, фактически вне связи с природными лесотипологическими свойствами лесных экосистем и соответствия им этих режимов. Следовательно, при этом не учитываются возможности сохранения лесных экосистем в установленном режиме, в том числе с закономерной сменой поколений леса и непрерывным выполнением целевых функций.

Основными принципами лесного законодательства определяется «подразделение лесов на виды по целевому назначению и установление категорий защитных лесов в зависимости от выполняемых ими полезных функций» (п. 9 ст. 1 Лесного кодекса РФ). Соответственно «защитные леса подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных полезных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями» (ч. 4 ст. 12).

В то же время в ч. 2 ст. 102 Кодекса установлено, что «с учетом особенностей правового режима защитных лесов определяются следующие категории указанных лесов»: 1) лесов, расположенных на особо охраняемых природных территориях; 2) лесов, расположенных в водоохраных зонах; 3) лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов; 4) ценных лесов (в том числе с подразделением этих категорий на более простые части — таксоны).

При этом правовой режим по выделенным, по существу, комплексным категориям защитных лесов устанавливается в статьях 103–106 путем введения определенных запретов, в том числе на проведение сплошных рубок лесных насаждений. Аналогично устанавливается и правовой режим особо защитных участков лесов (ст. 107). Таким образом, согласно положениям статей 102–107 правовой режим защитных лесов устанавливается по категориям этих лесов, которые, в свою очередь, выделяются с учетом особенностей их правового режима, что не совсем корректно. При этом природные свойства лесов не выделяются в качестве определяющего или иного фактора установления правового режима лесов, соответственно, например, регулирования применения в защитных лесах сплошных или иных видов рубок лесных насаждений и других мероприятий.

Следовательно, использование такого порядка установления, по существу, режима содержания и использования лесов; в значительной мере огра-

ничивает возможности реализации системного подхода к разработке и применению на природных лесотипологических объектах лесоводства соответствующих им мероприятий, т. е. нарушению важнейшего лесоводственного принципа обращения с лесами (по выражению И.С. Мелехова), тем более возможности выбора лучших их вариантов, что совершенно исключается в рамках действующих шаблонных запретов не отдельных мероприятий, а целого их комплекса, базирующихся на определенном (одном из двух) лесоводственном методе рубок (обозначенных в Лесном кодексе альтернативными формами рубок лесных насаждений — сплошной или выборочной).

Совершенствование принципов и порядка выделения лесов — объектов лесоводства определенного целевого назначения и установления режима их содержания и использования

Решение вопросов совершенствования принципов выделения объектов лесоводства определенного целевого назначения и установления оптимального или близкого к оптимальному режима их содержания и использования, реально обеспечиваемого применением эффективных систем лесоводственных мероприятий, базирующихся на учете природных лесотипологических свойств и закономерностей динамики лесных экосистем, необходимо осуществлять в рамках решения общей проблемы максимального или хотя бы приемлемого обеспечения потребностей социума или социо-эколого-экономических систем (СЭЭС) территории в лесах и лесных ресурсах, включая не только обеспечение промышленности, хозяйства, населения в древесине, других продуктах леса, рекреационных и иных социальных благах, но и создание (формирование и поддержание) в рамках существующего и развиваемого природного потенциала территории, в том числе его важнейшего лесного компонента, в целом благоприятной окружающей среды.

Максимально возможное достижение этих целей обеспечивается последовательным осуществлением комплекса организационно-управленческих мер, включая:

– определение и формирование для удовлетворения существующих и перспективных потребностей СЭЭС территориального образования в лесах и лесных ресурсах необходимой структуры лесов по целевому назначению с предварительным выделением эксплуатационных, защитных лесов, категорий защитных лесов, особо защитных участков лесов, исходя из имеющегося (сложившегося) природного и природно-хозяйственного потенциала лесов, в том числе с учетом возможного его увеличения и улучшения качества за счет лесоводственных мероприятий ухода за лесами, лесовосстановления и лесоразведения;

– уточнение выделения конкретных частей территории лесов (лесного фонда) и других участков леса, относящихся к предварительно выделенным типам и видам целевого назначения лесов с учетом их природных типологических свойств, обеспечивающих максимально эффективное выполнение функций соответствующих таксонов ЦНЛ при отсутствии жесткой привязки местоположения участка для таких категорий, как леса водоохранных зон, и возможности осуществления относительного выбора их для таких категорий, как леса лесопарковых зон;

– установление целевых характеристик лесов по типам и видам (таксонам) целевого назначения, определяемых потенциалом природных типологических свойств участков, в том числе реализуемым лесными насаждениями определенных целевых пород, состава и структуры при управляющем лесоводственным воздействием на них, обеспечивающем максимально возможное эффективное выполнение лесами целевых функций данного типа или вида (таксона) целевого назначения лесов в этих условиях;

– установление целевого режима содержания и использования лесов на уровне общих требований и конкретных критериев по фактически сформированным природно-целевым объектам лесоводства определенных типов и видов целевого назначения лесов, в том числе конкретных категорий защитных лесов, особо защитных участков лесов, расположенных в зонально-лесотипологических условиях территориального образования;

– формирование комплексов приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий, соответствующих природно-целевым свойствам объектов их применения, с выбором в рамках установленного режима содержания и использования лесов видов и вариантов мероприятий, обеспечивающих при их проведении достижение и поддержание лесных экосистем в состоянии наиболее эффективного выполнения целевых функций.

Для реализации перечисленного комплекса мер в пределах любого территориального образования, в том числе территории субъекта Российской Федерации, лесничества, участкового лесничества, предварительно на высшем уровне в пределах всей страны и с учетом глобальных мировых потребностей в лесах и лесных ресурсах, биосферной роли лесов, а также исторически накопленных разработок в области дифференциации (классификации) лесов по природным и целевым свойствам, географическому и ландшафтному расположению, выполняемым экологическим функциям, *формируется общий состав классификационных единиц лесов по целевому назначению* разного уровня сложности с установлением принципиальных признаков и критериев их выделения, определения границ.

Соответственно, на основе анализа и обобщения накопленных данных исследований, определяющих целевые характеристики лесов различного породного состава, региональных, зонально-ландшафтных, лесотипологических и других условий, *устанавливаются принципиальные целевые характеристики лесов, наиболее эффективно выполняющих экологические и иные функции выделенных таксонов целевого назначения* в диапазоне, определяемом возможным и неизбежным разнообразием природных свойств лесов, участков леса, объединяемых данными таксонами.

В совокупность таких характеристик обычно включаются: породный состав насаждений, обладающих определенными биологическими и экологическими свойствами и соответственно способностью выполнения тех или иных целевых функций; пространственная, возрастная структура и форма насаждений; долговечность лесообразующих пород, их возобновляемость (семенная и вегетативная) в определенных лесотипологических условиях; устойчивость к воздействию нарушающих природных и антропогенных факторов, в том числе хозяйственных (разреживание и др.).

В целях регламентирования достижения и поддержания установленных на общем принципиальном уровне целевых свойств и характеристик лесных экосистем и эффективного выполнения ими целевых функций в рамках установленного целевого назначения лесов — объектов лесоводства по выделенным таксонам ЦНЛ с учетом природных свойств и условий, представленных в них лесов, для каждого типа и вида целевого назначения лесов и, по существу, входящих в них лесов — объектов лесоводственных и законодательных классификационных единиц, устанавливается *режим содержания и использования лесов*, в том числе отражаемый в правовом режиме Лесного кодекса РФ. При этом показатели и критерии, включенные в состав установленного режима СИЛ, должны определять своеобразные рамки возможного и необходимого воздействия на леса — природно-целевые объекты лесоводства, поддерживающие (сохраняющие) их в целевом состоянии эффективного функционирования или обеспечивающие восстановление такого состояния, нарушенных по разным причинам участков леса — в связи с пожарами, патологией и т. п.

При этом общими рамочными принципиальными показателями и критериями устанавливаемого режима не могут вводиться ограничения, противоречащие природным свойствам лесных экосистем, лесотипологических условий участков, которые неизбежно включаются в ту или иную категорию защитных лесов с учетом их местоположения (как леса водоохранных зон, за-



Методическая схема установления системы природно-целевых объектов лесоводства и формирования для них приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий

Methodical scheme of establishing a system of natural-targeted forestry facilities and the formation of priority-target systems for silvicultural activities for them

щитные полосы лесов вдоль дорог и др.). В связи с этим для регламентирования режима содержания и использования лесов и, соответственно, законодательного правового режима, на высшем общегосударственном уровне используются *показатели и критерии, устанавливающие* подлежащие обязательному выполнению, в соответствующих природных и экономических условиях, доступными (существующими и разрабатываемыми) лесоводственными управляющими средствами — мероприятиями, *качественные эколого-лесоводственные требования*, обеспечивающие при запрете недопустимых воздействий на природно-целевые объекты, достижение определенного приоритета использования соответствующих (альтернативных) мероприятий, систем мероприятий, обозначаемые терминами применения: первого приоритетного; сбалансированного; преимущественного; как правило, за исключением. Особо выделяются требования, установленные законодательством для лесных участков, на которых исключается любое вмешательство человека в природные процессы [8].

Кроме непосредственного соответствия природно-целевым свойствам объектов лесоводства, *с учетом действия*, по существу, эколого-экономического фактора *комплексной доступности* участков, для *выполнения определенных видов системных лесоводственных мероприятий*, т. е. фактора (реальной возможности) применения мероприятий для сходных и даже одинаковых по целевому назначению и природным лесотипологическим свойствам участков, *могут устанавливаться режимы СИЛ*, отличающиеся по составу видов и вариантов лесоводственных мероприятий, что нашло отражение в установлении типов или моделей режима СИЛ интенсивной, традиционной и консервационно-восстановительной [9, 19].

Соответственно исходным и целевым *свойствам природно-целевого объекта лесоводства* в рамках параметров установленного режима содержания и использования лесов, в том числе с учетом его эколого-экономической доступности, осуществляется *формирование приоритетно-целевых лесоводственных систем с выбором для них наиболее эффективных* взаимосвязанных и взаи-

модополняющих *лесоводственных мероприятий*, обеспечивающих в целом поддержание участка леса в состоянии постоянного эффективного выполнения целевых функций.

Последовательность установления обязательного для соблюдения режима содержания и использования лесов — природно-целевых объектов лесоводства и приведения им в соответствие систем лесоводственных мероприятий можно представить в виде схемы.

Результаты и обсуждение

Основной результат исследований — основные методические положения обоснованного формирования системы таксонов целевого назначения лесов, соответствующего ей состава природно-целевых объектов лесоводства, определения режима их содержания и использования, обоснования порядка установления правового режима лесов по типам и видам ЦНЛ, законодательно выделяемым категориям защитных лесов, особо защитным участкам лесов, эксплуатационным и резервным лесам, разработки и применения для них соответствующих лесоводственных мероприятий и их систем.

Использование разработанных методических положений обеспечивает возможность формирования систем таксонов классификации лесов — объектов лесоводства по целевому назначению (КЦНЛ) с учетом их природных свойств. При этом состав таксонов КЦНЛ устанавливается исходя из потребностей социо-эколого-экономических систем (СЭЭС) территориальных образований любого уровня в лесах и лесных ресурсах, соответственно выполняемых лесами экологических и иных функций, обеспечиваемых природными свойствами лесов и с учетом их территориального расположения, а также возможного их улучшения применением соответствующих лесоводственных мероприятий и их систем.

Соответственно установленным таксонам — типам и видам целевого назначения лесов формируются целевые характеристики лесов в конкретных лесотипологических условиях, наиболее эффективно выполняющих востребованные СЭЭС ресурсные (продукционные) и экологические функции, включая не только пользование определенными социально-экологическими благами (для отдыха и других целей), но и глобальные, региональные и локальные функции формирования и поддержания благоприятной окружающей среды и сохранения биосферы в целом.

В рамках реализации разработанной ранее классификации природно-целевых объектов лесоводства — основы подразделения лесов по целевому назначению для устанавливаемых в лесоводстве и лесном законодательстве таксонов

целевого назначения лесов — устанавливаются принципиальные показатели и критерии реально реализуемого режима содержания и использования лесов для поддержания (сохранения) лесных экосистем в состоянии эффективного целевого функционирования в рамках реально возможного выполнения такого режима, обеспечиваемого природными свойствами лесов, в том числе с учетом их сохранения, восстановления и усиления применением соответствующих лесоводственных мероприятий и их систем. Реализация разработанного лесоводственного методического подхода установления режима содержания и использования лесов, их правового режима в законодательстве, позволит исключить существующие недостатки, в частности, установления требований применения в защитных лесах определенных категорий исключительно выборочных рубок (при полном запрете сплошных), что противоречит природным свойствам и закономерностям динамики лесных экосистем определенных лесообразующих пород, состава древостоев и лесотипологических условий [1, 21–23].

Формирование согласно разработанным методическими положениями иерархической системы таксонов целевого назначения лесов, по существу, природно-целевых объектов лесоводства и установление для них экологически и экономически приемлемого реально реализуемого режима содержания и использования позволит, в свою очередь, обеспечить в его рамках выбор из существующих или разработку новых видов и вариантов лесоводственных мероприятий и их систем, обеспечивающих сохранение, восстановление и поддержание в динамике лесных экосистем и в целом лесов, наиболее эффективно выполняющих целевые функции (глобальные и локальные), максимально удовлетворяющие потребности СЭЭС в лесах и лесных ресурсах, в формировании и сохранении окружающей среды, в том числе в условиях изменения климата и возрастающего антропогенного воздействия на природу.

Выводы и рекомендации

По результатам проведенной работы получены следующие выводы.

На основе анализа и оценки сложившегося состояния лесов, существенного отличия их от целевых соответствующего назначения — эксплуатационных, защитных, в том числе категорий защитных лесов, особо защитных участков лесов, эффективно выполняющих определенные ресурсные (продукционные) и экологические функции, а также применяющихся мероприятий содержания (охраны, защиты, воспроизводства) и использования лесов установлено, что для существенного улучшения состояния, сохранения

лесов и разноцелевого лесопользования, необходимо изменение порядка установления системы деления лесов по целевому назначению и правового режима выделенных Лесным кодексом РФ видов лесов, категорий защитных лесов и особо защитных участков лесов на основе применения интегрированной природно-целевой классификации объектов лесоводства, отражающих в своих таксонах одновременно природные (лесотипологические) и целевые свойства лесных экосистем.

Решение указанной задачи и устранения отмеченных недостатков СИЛ достигается использованием разработанных методических положений формирования природно-целевой классификации объектов лесоводства и приведения им в соответствие приоритетно-целевых лесоводственных систем. При этом обеспечивается: обоснованное преобразование и совершенствование определенного Лесным кодексом РФ подразделения лесов по целевому назначению; установление с учетом природных свойств лесов — объектов лесоводства и закономерной их динамики законодательного правового режима лесов (по существу, содержания и использования их), реальное выполнение которого возможно путем выбора из существующих или разрабатываемых лесоводственных мероприятий, объединенных в приоритетно-целевые системы для лесов определенных типов и видов целевого назначения, в том числе классификационных единиц, устанавливаемых лесным законодательством.

Реализация методических положений в системе лесоразведения, ведения лесного хозяйства и лесопользования может быть обеспечена непосредственно введением изменений в Лесной кодекс РФ, регламентирующих установление видов лесов, категорий защитных лесов и особо защитных участков лесов не только в зависимости от выполняемых ими полезных функций (ст. 1, п. 9), расположения, но и природных (регионально-зонально-типологических) свойств лесов и закономерностей их динамики с формированием на этой основе новой лесоводственно-обоснованной классификации лесов по целевому назначению, в том числе с выделением определенных категорий защитных лесов, особо защитных участков лесов, соответственно установления для них вариантного рамочного правового режима, дифференцированного с учетом комплексной эколого-экономической доступности его реализации необходимыми системными лесоводственными мероприятиями.

В условиях действующего лесного законодательства (учитывая, что его существенное изменение если и возможно, то может занимать значительное время) целесообразно использовать вариант реализации разработанных методических положений в рамках создания условий для нор-

мативного применения в лесном планировании и проектировании разрабатываемых систем лесоводственных мероприятий путем подготовки и применения согласно ст. 83 Лесного кодекса методического документа обязательного для исполнения, регламентирующего применение системных лесоводственных мероприятий, основой которого является формируемая объектная база лесоводства, представляющая совокупность природно-целевых объектов, дифференцированная по типам и видам целевого назначения лесов, категориям защитных лесов и особо защитных участков лесов.

Список литературы

- [1] Морозов Г.Ф. Избранные труды. М.: Лесная промышленность, 1970. Т. 1. 460 с.
- [2] Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биоценологии. Избранные труды. Л.: Наука, 1972. Т. I. 418 с.
- [3] Ткаченко М.Е., Асосков А.И., Синев В.Н. Общее лесоводство. Л.: Гослестехиздат, 1939. 746 с.
- [4] Воробьев Д.В. Типы лесов Европейской части СССР. Киев: АН УССР, 1953. 452 с.
- [5] Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: АН УССР, 1955. 455 с.
- [6] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1980. 408 с.
- [7] Орлов М.М. Леса водоохранные, защитные и лесопарки. Устройство и ведение хозяйства. М.: Лесная промышленность, 1983. 89 с.
- [8] Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 29.12.2017 № 471-ФЗ). URL: <http://legalacts.ru/kodeks/LK-RF/> (дата обращения 15.01.2019).
- [9] Желдак В.И. Эколого-лесоводственные основы целевого устойчивого управления лесами. М.: ВНИИЛМ, 2010. 377 с.
- [10] Курнаев С.Ф. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 204 с.
- [11] Побединский А.В. Системы ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе. М.: ЦНТИлесхоз, 1983. 36 с.
- [12] Моисеев Н.А., Побединский А.В., Чуенков В.С., Желдак В.И., Силицын С.Г. Основные положения организации и ведения лесного хозяйства на зонально-типологической основе. М.: ВНИИЛМ, 1991. 12 с.
- [13] Моисеев Н.А., Чуенков В.С. Классификация лесов по целевому назначению и режиму использования. М.: ВНИИЛМ, 2004. 57 с.
- [14] Рубцов М.В. Классификация функций и роли леса // Лесоведение, 1984. № 2. С. 3–9.
- [15] Чельшев В.А. Концептуальные основы деления лесов по функциональному значению (проблемы и пути решения). Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2004. 169 с.
- [16] Тысячнюк М., Кулесова А. Социальные типы ЛВПЦ: виды и методы выделения // Устойчивое лесопользование, 2007. № 3 (15). С. 40–44.
- [17] Яницкая Т. ЛВПЦ в России: Качество выделения в ходе сертификации и справочная информация // Устойчивое лесопользование, 2007. № 3 (15). С. 7–17.
- [18] Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждены распоряжением Правительства РФ от 26.09.2013 № 1724-р. URL: <http://government.ru/orders/selection/405/6385/> (дата обращения 15.01.2019).

- [19] Желдак В.И. Системы лесоводственных мероприятий для моделей разного режима содержания лесов и лесопользования // Лесотехнический журнал, 2017. Т. 7. № 4 (28). С. 55–71.
- [20] Моисеев Н.А., Побединский А.В., Чуенков В.С., Желдак В.И., Суворов В.И. Методические рекомендации по организации лесного хозяйства и устойчивого управления лесами. М.: МПР России, 2001. 39 с.
- [21] Мелехов И.С. Рубки главного пользования. М.: Лесная промышленность, 1966. 374 с.
- [22] Побединский А.В. Рубки главного пользования. М.: Лесная промышленность, 1980. 187 с.
- [23] Желдак В.И. Совершенствование нормативно-методической базы рубок главного пользования и ухода в лесах первой группы // Сб. «V Всероссийский съезд лесоводов», Москва, ВНИИЛМ, 25–27 февраля, 2003 г. / под ред. В.П. Рощупкина. М.: ВНИИЛМ, 2003. С. 233–238.

Сведения об авторе

Желдак Владимир Иванович — д-р биол. наук, зав. лабораторией лесоводства и управления лесами ФБУ ВНИИЛМ, lesvig@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.12.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

NATURAL AND TARGET OBJECTS OF FORESTRY AS THE BASIS FOR THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF EFFECTIVE FORESTRY ACTIVITIES IN THE FORESTS OF DIFFERENT TARGETING

V.I. Zheldak

All-Russian Research Institute of silvicultural and Mechanization of Forestry, 15, Institutskaya st., 141202, Pushkino, Moscow reg., Russia

lesvig@yandex.ru

The article discusses the development and use of the classification of natural-targeted forestry facilities for the developed priority-target systems of silvicultural activities that ensure the practical improvement of the maintenance and use of forests, the restoration and preservation of their ecological and resource potential, the maintenance of continuous sustainable forest management — operational and protective forests, incl. by categories of protective forests, especially protective areas of forests that are united and differentiated in silvicultural types and types of target purpose of forests. The relevance of these issues is determined by the lack of efficiency of existing forestry and forest management, forest conservation, provision of needs for forests and forest resources with the increasing environmental and nature conservation value of forests and, at the same time, increasing local deficit of quality forest resources. Improving the efficiency of object support for the creation and application of priority target systems for silvicultural activities is simultaneously envisaged by developing a «natural-target» classification of silvicultural objects with differentiation and according to the level of integrated ecological-silvicultural accessibility for systemic and non-systemic measures for forest reproduction cycles, according to the types or models of the possible maintenance and use of forests, including priority mono — or multipurpose intensive forest use, traditional with relatively different intensity, as well as conservation and restoration - for unused forests, including impaired, restored as a result of natural forest-forming processes, incl. with measures to promote them. The result of the research is the main methodological provisions governing: the reasonable formation of a system of taxa for the designated use of forests and the corresponding composition of natural target forestry objects; substantiation of the procedure for determining the mode of maintenance and use of forests by types and types of target purpose of forests, including comprise legally defined categories of protective forests, especially protective forest areas, operational and reserve forests; development and application for them of relevant silvicultural activities and their systems.

Keywords: forestry objects, typological classification of forests, target purpose of forests, systems of silvicultural activities

Suggested citation: Zheldak V.I. *Природно-целевые объекты лесоводства — основа разработки и применения эффективных лесоводственных мероприятий в лесах различного целевого назначения* [Natural and target objects of forestry as the basis for the development and application of effective forestry activities in the forests of different targeting]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 35–44. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-35-44

References

- [1] Morozov G.F. *Izbrannye trudy* [Selected Works]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1970, t. 1, 460 p.
- [2] Sukachev V.N. *Osnovy lesnoy tipologii i biotsenologii. Izbrannye trudy* [Fundamentals of forest typology and biocenology. Selected Works]. Leningrad: Science, 1972, t. 1, 418 p.
- [3] Tkachenko M.E., Asoskov A.I., Sinev V.N. *Obshchee lesovodstvo* [General forestry]. Leningrad: Goslestekhzdat, 1939, 746 p.

- [4] Vorob'ev D.V. *Typy лесов Европейской части СССР* [Types of forests in the European part of the USSR]. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1953, 452 p.
- [5] Pogrebnyak P.S. *Osnovy лесной типологии* [Basics of forest typology]. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1955, 455 p.
- [6] Melekhov I.S. *Lesovedenie*. [Forest Studies]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1980, 408 p.
- [7] Orlov M.M. *Леса водоохраные, защитные и лесопарки. Устройство и ведение хозяйства* [Forests are water-protective, protective and forest parks. Organization and management of the economy]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1983, 89 p.
- [8] *Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ* [Forest Code of the Russian Federation of 04.12.2006 no. 200-FZ]. Red. 29.12.2017 N 471-FZ. Available at: <http://legalacts.ru/kodeks/LK-RF/> (accessed 15.01.2019).
- [9] Zheldak V.I. *Ekologo-lesovodstvennye osnovy tselevogo ustoychivogo upravleniya lesami* [Ecological and silvicultural foundations of the target sustainable forest management]. Moscow: VNIILM, 2010, 377 p.
- [10] Kurnaev S.F. *Lesorastitel'noe rayonirovanie SSSR* [Fostering regional division of the USSR]. Moscow: Nauka, 1973, 204 p.
- [11] Pobedinskiy A.V. *Sistemy vedeniya lesnogo khozyaystva na zonal'no-tipologicheskoy osnove* [Forest management systems on a zonal-typological basis]. Moscow: TsNTIleskhoz, 1983, 36 p.
- [12] Moiseev N.A., Pobedinskiy A.V., Chuenkov V.S., Zheldak V.I., Sinitsyn S.G. *Osnovnye polozheniya organizatsii i vedeniya lesnogo khozyaystva na zonal'no-tipologicheskoy osnove* [The main provisions of the organization and management of forestry on a zonal-typological basis]. Moscow: VNIILM, 1991, 12 p.
- [13] Moiseev N.A., Chuenkov V.S. *Klassifikatsiya лесов по tselevomu naznacheniyu i rezhimu ispol'zovaniya* [Classification of forests for their intended purpose and mode of use]. Moscow: VNIILM, 2004, 57 p.
- [14] Rubtsov M.V. *Klassifikatsiya funktsiy i roli lesa* [Classification of functions and role of forest]. *Lesovedeniye* [Russian Journal of Forest Science], 1984, no. 2, pp. 3–9.
- [15] Chelyshev V.A. *Kontseptual'nye osnovy deleniya лесов по funktsional'nomu znacheniyu (problemy i puti resheniya)* [Conceptual bases of forest division by functional significance (problems and solutions)]. Khabarovsk: Dal'NIILKh, 2004, 169 p.
- [16] Tsyachnik M., Kulesova A. *Sotsial'nye tipy LVPTs: vidy i metody vydeleniya* [Social types of HCVF: types and methods of isolation]. *Ustoychivoe lesopol'zovanie*, 2007, no. 3 (15), pp. 40–44.
- [17] Yanitskaya T. *LVPTs v Rossii: Kachestvo vydeleniya v khode sertifikatsii i spravochnaya informatsiya* [HCVF in Russia: The quality of the selection in the course of certification and reference information]. *Ustoychivoe lesopol'zovanie* [Sustainable forest management], 2007, no. 3 (15), pp. 7–17.
- [18] *Osnovy gosudarstvennoy politiki v oblasti ispol'zovaniya, okhrany, zashchity i vosproizvodstva лесов v Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda*. [Basics of state policy in the field of use, protection, protection and reproduction of forests in the Russian Federation for the period up to 2030]. Available at: <http://government.ru/orders/selection/405/6385/> (accessed 15.01.2019).
- [19] Zheldak V.I. *Sistemy lesovodstvennykh meropriyatii dlya modeley raznogo rezhima sodержaniya лесов i lesopol'zovaniya* [Systems of silvicultural measures for models of different regimes of forest content and forest use]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2017, v. 7, no. 4 (28), pp. 55–71.
- [20] Moiseev N.A., Pobedinskiy A.V., Chuenkov B.C., Zheldak V.I., Suvorov V.I. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii lesnogo khozyaystva i ustoychivogo upravleniya lesami* [Methodological recommendations on the organization of forestry and sustainable forest management]. Moscow: MPR Rossii, 2001, 39 p.
- [21] Melekhov I.S. *Rubki glavnogo pol'zovaniya* [Cuts of main use]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1966, 374 p.
- [22] Pobedinskiy A.V. *Rubki glavnogo pol'zovaniya* [Main cuttings]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1980, 187 p.
- [23] Zheldak V.I. *Sovershenstvovanie normativno-metodicheskoy bazy rubok glavnogo pol'zovaniya i ukhoda v lesakh pervoy gruppy* [Improvement of the normative and methodological basis for felling of the main use and care in the forests of the first group]. V *Vserossiyskiy s'ezd lesovodov* [V All-Russian Congress of Foresters]. Moscow, VNIILM, 25–27 February, 2003. Ed. V.P. Roshchupkin. Moscow: VNIILM, 2003, pp. 233–238.

Author's information

Zheldak Vladimir Ivanovich — Dr. Sci (Biological), Manager of silviculture and forest management laboratory, VNIILM, lesvig@yandex.ru

Received 25.12.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

ОСНОВНЫЕ ПУТИ ОБЕЗЛЕСЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ЮЖНОЙ ГРАНИЦЕ БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ В МОНГОЛИИ

С.Н. Бажа¹, Т.Г. Басхаева², П.Д. Гунин¹,
Е.В. Данжалова¹, Ю.И. Дробышев¹, Ч. Дугаржав³

¹ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33

²ФГБОУ ВО Бурятский государственный университет им. Доржи Банзарова, 670000, Республика Бурятия,

г. Улан-Удэ, ул. Смолина, д. 24а

³ФГБУН Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, 670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6

monexp@mail.ru

Рассматриваются основные пути процесса обезлесения на южной границе бореальных лесов в Монголии, обусловленные иссушением либо, напротив, переувлажнением корнеобитаемого слоя почвогрунтов лесных экотопов, а также различными вариантами конкурентных отношений с кустарниковой растительностью. Нередко указанные факторы действуют совместно. Данные были получены в ходе многолетних наблюдений на нескольких исследовательских полигонах в лесах разных типов. Для определения характера и направленности сукцессионных смен использовались стандартные лесоводственные и геоботанические методы, а также осуществлялись исследования почвенного покрова. Показано, что для разных регионов Северной и Центральной Монголии характерны свои пути обезлесения, ведущие, как правило, к смене коренных лесных сообществ на заросли кустарников тех или иных видов. Кустарники не только замещают распадающиеся леса, но и служат индикаторами экотопов, потенциально пригодных для искусственного лесоразведения, как в случае с *Dasiphora fruticosa*, или не пригодных для лесоразведения при сукцессии *Armeniaca sibirica*. Результатом работ явилась общая схема постлесных сукцессий в лесостепных ландшафтах на южной границе бореальных лесов в бассейне Байкала.

Ключевые слова: обезлесение, бореальные леса, Монголия, кустарники, сукцессии

Ссылка для цитирования: Бажа С.Н., Басхаева Т.Г., Гунин П.Д., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Дугаржав Ч. Основные пути обезлесения лесостепных ландшафтов на южной границе бореальных лесов в Монголии // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 45–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-45-54

В настоящее время процессы обезлесения широко распространены по земному шару. Весьма интенсивно и разнообразными путями они протекают в лесостепном поясе Евразии, в том числе и в сегменте, приходящемся на южную (монгольскую) часть бассейна озера Байкал. Особенно им подвержены разреженные лесные массивы, которые возобновляются коренными хвойными породами лишь на 30 % первоначальной площади, березой и осинкой — на 43 %, а на 27 % замещаются нелесными экосистемами на длительный срок [1–6].

Цель работы

Цель работы — рассмотреть основные пути процесса обезлесения на южной границе бореальных лесов в Монголии, обусловленные иссушением либо, напротив, переувлажнением корнеобитаемого слоя почвогрунтов лесных экотопов.

Материалы и методы

Рубки, лесные пожары и горнопромышленные разработки изменяют не только древостой, но и весь комплекс экологических условий [7–10]. В частности, они приводят к изменениям почвенного покрова, развитию эрозии, а в условиях распространения вечной мерзлоты — солифлюк-

сионных и оползневых явлений [11–13]. Линзы вечной мерзлоты, сохраняющиеся в грунтах не в последнюю очередь благодаря лесам, тают и лишают ландшафты запасов влаги. Значительный вред лесам наносит выпас домашних животных, что характерно для Монголии.

Самовозобновление лесов в лесостепных ландшафтах бассейна Байкала имеет немаловажную особенность. Вместо типичной схемы восстановления коренных насаждений через производные мелколиственные леса, характерной для сибирских лесов России, здесь отмечается повсеместное замещение древостоев чистыми или смешанными зарослями ксерофитных, мезоксерофитных и ксеромезофитных кустарников: миндаля черешкового *Amygdalus pedunculata*, спиреи водосборолистной *Spiraea aquilegifolia*, абрикоса сибирского *Armeniaca sibirica*, березы бурой *Betula fusca* и курильского чая *Dasiphora fruticosa*, либо на месте леса образуется степь.

Среди факторов, способствующих обезлесению, необходимо выделить следующие:

- 1) иссушение корнеобитаемого слоя почвогрунтов;
- 2) переувлажнение корнеобитаемого слоя почвогрунтов;
- 3) конкурентные отношения между древесной и кустарниковой растительностью.

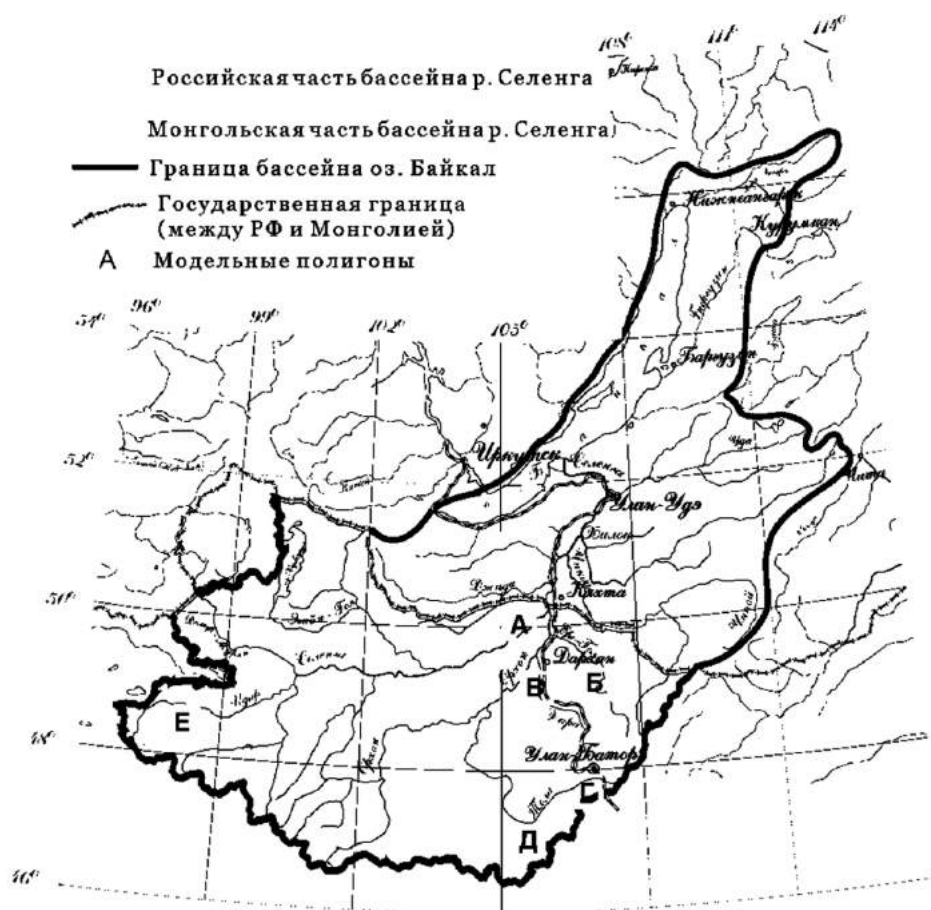


Рис. 1. Расположение модельных полигонов в южной части бассейна Байкала: А — «Шамар»; Б — «Шарын-Гол»; В — «Салхит»; Г — «Налайх»; Д — «Унджул»; Е — «Тосонцэнгэл»
 Fig. 1. Model polygons in the southern part of the Lake Baikal basin: А — Shamar; Б — Sharyn-Gol; В — Salkhit; Г — Nalaikh; Д — Undzhul; Е — Tosontsengel

В разных частях экотонной зоны эти факторы действуют как относительно изолированно, так и в различных комбинациях. Рассмотрим их на примере модельных полигонов, заложенных авторами статьи в монгольской части бассейна озера Байкал: «Шамар», «Налайх», «Шарын-Гол» и «Тосонцэнгэл» (рис. 1). Исследования проводились по программе Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ.

Для определения характера и направленности сукцессионных смен использовались стандартные лесоводственные и геоботанические методы [14]. Анализировалось современное состояние сообществ на основе сравнения флористического состава, обилия, состояния и жизнеспособности входящих в них видов. Полные геоботанические описания в лесу и зарослях кустарников составлялись на пробных площадях размером 400 м²; размеры пробных площадей для таксации варьировались от 100 до 10 000 м² в зависимости от густоты древесно-кустарниковой растительности и размеров особей. В лиственных лесах были проведены

таксационные измерения у *Betula fusca* (модельный полигон «Налайх») и *Caragana bungei* (модельный полигон «Тосонцэнгэл»), в сосновых лесах — *Dasiphora fruticosa* (модельный полигон «Шарын-Гол») и *Armeniaca sibirica* (модельный полигон «Шамар»). Таксационные измерения включали для каждого вида деревьев промеры высоты и диаметров стволов, для кустарников — числа стволиков, высоты и диаметров кустов. Для оценки надземной фитомассы кустарников отбирались модельные особи, обычно из трех размерных групп. Срезанную фитомассу высушивали на базе Экспедиции до абсолютно сухого состояния при 105 °С и взвешивали.

Возобновление древесных пород оценивалось на учетных площадках 1 м², но, если самосев и подрост был очень разрежен, что характерно для большинства исследованных сообществ, площадки увеличивали до 100 м² и более.

Как правило, таксационные работы сопровождалась исследованиями почвенного покрова, для чего делались разрезы глубиной до 1 м, в которых описывался почвенный профиль,

и отбирались образцы для определения влажности и на физико-химический анализ, что в свою очередь позволяло установить местообитания, потенциально пригодные для искусственного лесоразведения.

Результаты и обсуждение

Иссушение почв как фактор деградации и обезлесения лесостепных ландшафтов

В аридных и семиаридных условиях бассейна Байкала естественная влажность корнеобитаемых почвенных горизонтов служит одним из важнейших лимитирующих факторов распространения лесных сообществ. Модельный полигон «Шамар» может быть представлен в качестве примера смены лесных экосистем кустарниковыми зарослями из нескольких видов под влиянием иссушения почв. Положение усугубляется неконтролируемыми рубками, лесными пожарами и выпасом скота.

Сосновые леса, произрастающие на песчаных отложениях террас Орхона и Селенги, близ их слияния являются своего рода лесным коридором между Хангайским и Хэнтэйским нагорьями. Преобладающий тип леса — сосняк ксерофитно-разнотравный на дерновых лесных супесчаных почвах и песках, практически лишенный подлеска, с редким живым напочвенным покровом из *Artemisia gmelinii*, *A. seicea*, *A. tanacetifolia*, *Calamagrostis epigeios*, *Stipa sibirica*, *Veronica incana*, *Leontopodium ochroleucum*, *Orostachys spinosa* и *O. malacophylla*. Для древостоев характерно чередование парцелл, находящихся на разных стадиях возрастного развития. Возобновление практически всегда происходит компактными куртинами. Такая структура древостоя свидетельствует о его устойчивости [15]. Спелые древостои вырублены в последние годы; их фрагменты в настоящее время представляют собой распавшиеся куртины с разновозрастным подростом в них. По приборочному повышению правой террасы реки Орхон еще сохраняются отдельные сосны в возрасте около 220–240 лет. Бонитет варьирует в широких пределах, в среднем II. К 40 годам запас древесины достигает здесь 180–200 м³/га, а уже в возрасте 45–50 лет сосняки подвергаются выборочным рубкам, причем вырубается 68,5–73,4 % древесины по запасу [16]. Ядро этих лесов относительно стабильно, но по периферии происходит их быстрый распад и замещение зарослями абрикоса сибирского.

Рассмотрение условий увлажнения в коренных сообществах сосновых лесов, вторичных мелколиственных лесов, а также замещающих их кустарниковых зарослей из абрикоса показало, что наименьшим запасом влаги отличались почвы под густыми абрикосниками. Запас продуктивной влаги в почвенном слое (0–100 см) в летние

периоды 2014–2015 гг. в березняках и осинниках был незначителен и достигал лишь 5–10 мм. Почвы под сосновыми лесами содержали несколько больше продуктивной влаги (26–36 мм). Эти данные позволяют сделать вывод об отсутствии в настоящее время условий для восстановления хвойных лесов в густых абрикосниках и о постепенном вытеснении сосны более адаптированным к аридизации климата абрикосом сибирским.

Иногда кустарники не развиваются непосредственно на месте сгоревших или вырубленных лесов. Такие местообитания могут заселяться березой, а если в древостое присутствовала осина, то она дает крайне густое возобновление от корней (сотни тысяч побегов на 1 га). В целом, выходящие из-под сосновых лесов земли здесь редко вновь заселяются сосной и, как правило, покрываются либо мелколиственными породами, либо кустарниками.

Равнинные участки, до пожаров покрытые лесом, обычно возвращаются к лесному состоянию, но со сменой пород (береза и осина вместо сосны), а склоны гор, обращенные к долине Селенги и межгорным котловинам, превращаются в кустарниковые заросли из *Armeniaca sibirica*, где возобновление сосны не происходит. По данным, полученным на модельном полигоне «Шамар», наблюдается четкий тренд в сукцессионных сменах древесной растительности, в данном случае сосновых лесов, на кустарниковую, представленную сообществами абрикоса сибирского. К настоящему времени практически все экотопы на склонах западной и восточной экспозиции полностью заняты крупнокустовыми сообществами с проективным покрытием до 40–60 %. В качестве свидетельств былого распространения сосновых лесов служат фрагменты абрикосовых сосняков или абрикосников с редкостойными соснами. Важным показателем прогрессирующего расширения ареала абрикоса служит также внедрение и успешное развитие абрикосников в лесных сообществах на склонах северной экспозиции.

Переувлажнение корнеобитаемого слоя почвогрунтов как фактор, препятствующий лесовозобновлению

Древесно-кустарниковая растительность модельного полигона «Налайх» дает пример сукцессий, вызванных переувлажнением почвогрунтов, которое обусловлено геолого-геоморфологическими особенностями. Она представлена фрагментами листовенных лесов, вкрапленных в массивы низкорослых березняков, которые сложены *Betula platyphylla* и *B. fusca*, иногда с примесью осины. Лиственничники злаково-разнотравные сложены *Larix sibirica* и занимают крутую верхнюю и более пологую среднюю части склона северо-восточной экспозиции. Состав 10Лц.

В истории их формирования прослеживаются две «волны»: 35–40 и около 25 лет назад. Средняя высота деревьев 17–19 м, средний диаметр 16 см. Деревья по площади размещены неравномерно, но биогрупп не образуют. Полнота 0,7. Бонитет II. Сбег ствола незначительный, поэтому древостой может представлять не только экологический, но и хозяйственный интерес. В насаждениях практикуются браконьерские выборочные рубки и выпас скота. На момент обследования выбрано не менее 15 % древостоя.

Положение лиственничного леса близ верхнего края склона и отдельными «островками» ниже может объясняться оптимальным термическим режимом и увлажнением почв. Ниже по склону почвы переувлажнены, что не соответствует экологическим требованиям лиственницы. Кроме того, густые заросли березы и достаточно высокий травостой должны препятствовать расселению этой древесной породы, хотя отдельные лиственницы встречаются среди ерников.

Сообщества, сложенные *Betula fusca*, занимают около 85 % всей лесопокрытой площади полигона и имеют четкую приуроченность к склонам северной, северо-западной и северо-восточной экспозиции, избегая сухих южных склонов. Наличие этой березы указывает на холодные, избыточно влажные почвы. В зависимости от условий конкретного экотопа, она формирует заросли различной густоты, где ее проективное покрытие колеблется между 10 и 87 %, составляя в среднем 59 %. Средняя высота *Betula fusca*, по результатам измерений на 16 пробных площадях, равна 1,41 м, а средний диаметр кроны — 1,19 м. Величина ее надземной фитомассы сильно различается: от 15,8 до 170,0 ц/га; среднее значение — 90,1 ц/га. Иногда к березе примешивается лиственница или осина; под пологом или на прогалинах разрастается ива, курильский чай, шиповник, спирея. Хозяйственная ценность этих ерников невелика, но их значение как стабилизатора экологических условий на территориях, подобных полигону «Налайх», несомненно, заслуживает высокой оценки.

Заросли березы эффективно регулируют режим влажности почвы. Зимой, во время снегопадов, ветровой поток, проходя над зарослями кустарниковой березы, сильно тормозится, поэтому сугробы здесь превышают 1 м, а в лиственничнике они значительно ниже или вообще отсутствуют. В результате образуются большие запасы влаги, которые весной насыщают почву. Водонасыщенное состояние почвы, когда уровень верховодки в почвах под зарослями березы в середине июля 2014 и 2015 гг. был на глубине 25 см и менее, а в редкостойном лиственничнике — 40 см, может продолжаться до конца июля–августа. В других экосистемах полигона ничего подобного не отмечалось.

Главным фактором, препятствующим возобновлению здесь лиственницы сибирской, следует признать самые высокие значения влажности поверхностных почвогрунтов, близкие к полному насыщению влагой. Влажность в таких местообитаниях, к которым приурочены кустарниковые сообщества из *Betula fusca*, достигает 76–97 %, а запас продуктивной влаги достигает своих максимальных значений и колеблется в почвенном профиле от поверхности до глубины 50 см в пределах 228–268 мм.

Выявленные диагностические показатели позволяют вполне обоснованно говорить о сильном сокращении к настоящему времени лесорастительных условий, соответствующих экологическим требованиям лиственницы. Расчет площадей экосистем с такими условиями показывает, что на модельном полигоне «Налайх» территории с потенциальными условиями для естественного возобновления этой породы уменьшились на 50–60 % именно вследствие повышенной влажности почвогрунтов.

Конкурентные взаимоотношения древесных и кустарниковых видов как фактор смены лесных сообществ кустарниковыми

В зависимости от природно-климатических условий и характера антропогенных нагрузок сукцессии идут различными путями. Рассмотрим их на примере трех модельных полигонов:

1) сосновые леса с курильским чаем (*Dasiphora fruticosa*) на модельном полигоне «Шарын-Гол»;

2) сосновые леса с вязом (*Ulmus pumila*) и караганой мелколистной (*Caragana microphylla*) на модельном полигоне «Салхит»;

3) лиственничные леса с караганой Бунге (*Caragana bungei*) на модельном полигоне «Тосонцэнгэл».

Особенности конкурентных взаимоотношений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и курильского чая (*Dasiphora fruticosa*). Растительность модельного полигона «Шарын-Гол» представлена сочетанием лесных, степных и луговых сообществ. Леса занимают водораздельные части отрогов хребтов Западного Хэнтэя, части наветренных склонов северной и восточной экспозиции и сложены сосной и березой. Их возраст около 30 лет. Как правило, сосновые насаждения имеют III класс бонитета, изредка более высокий. Полнота весьма неодинакова, от 1,0 до 0,3, в среднем составляет 0,7–0,8. Средние высоты деревьев на разных пробных площадях колеблются в пределах от 8 до 22 м, а средние диаметры — от 9 до 24 см. Только на одной из пробных площадей, заложенных на полигоне, было отмечено естественное возобновление сосны в количестве около 360 экз./га. Но оно совершенно недостаточно для нормальной смены поколений деревьев.

Березняки менее часты и занимают небольшие площади. Кустовое расположение деревьев ясно указывает на их послепожарное возобновление. Береза растет по II бонитету, формирует насаждения полнотой 0,7–0,9. Ее древостои имеют среднюю высоту от 10 до 17–18 м при среднем диаметре 14 см.

Лесные массивы нарушены в разной степени. В северо-восточной части полигона произрастает хорошо сохранившийся сосновый лес, в котором не были обнаружены следы пожара и отсутствуют рубки. Другие участки леса подвергались воздействию низовых пожаров. Местами отмечены выборочные рубки, и практически повсеместно в лесах осуществляется выпас скота.

Одной из особенностей сукцессий на полигоне «Шарын-Гол» является обильное разрастание в лесных экотопах курильского чая (*Dasiphora fruticosa*). Местами его проективное покрытие достигает 40–45 %, а надземная фитомасса превышает 12 ц/га. Это достаточно светолюбивый мезофитный кустарник, по существу являющийся индикатором пригодности местообитаний для произрастания леса. Обычно он произрастает по опушкам и в «окнах» древостоя, а в случае изреживания насаждений начинает проникать под полог. Подобная ситуация регистрировалась неоднократно не только здесь, но и в других лесостепных ландшафтах в бассейне Байкала. Негативной стороной значительного распространения *Dasiphora fruticosa* является то, что, создавая густые моновидовые сообщества, этот кустарник может заглушать всходы и молодой подрост сосны.

По итогам работ на полигоне «Шарын-Гол» можно заключить, что сосновые леса здесь практически не самовозобновляются. Несмотря на удовлетворительное и местами хорошее состояние, они изреживаются в силу антропогенных причин и имеют тенденцию к сокращению площадей. В березняках также прослеживается тенденция к распаду. При сохранении в будущем наблюдаемых ныне трендов, лесные сообщества полигона могут полностью смениться кустарниковыми, сложенными курильским чаем. Однако искусственное возобновление леса здесь возможно и обещает быть успешным.

При анализе пространственного распределения естественной влажности почвогрунтов в растительных сообществах модельного полигона оказалось, что значения естественной влажности здесь значительно ниже, чем на модельном полигоне «Налайх», и варьируют в малом интервале (от 2 до 14,5 %). В то же время, учитывая специфику водно-физических свойств, а именно супесчаный гранулометрический состав с незначительной максимальной гигроскопичностью (от 3 до 6 %), зарегистрированная влажность была

достаточной и четко дифференцировалась на три группы. Наибольшей влажностью отличаются почвы под сообществами курильского чая, где ее значения колеблются от 4,0 до 14,5 %, а определенные запасы продуктивной влаги в почвенных профилях до глубины 70 см также были выше, чем в других сообществах, и достигали 94,3 мм. Средний уровень влажности был зарегистрирован в сообществах сосновых лесов, где она колебалась на уровне 2,0–8,0 %. Продуктивный запас влаги был достаточно ровный во всех типах сосновых лесов, и его значения варьировали незначительно: от 28,6 до 38,3 %. Наконец, наихудшими условиями увлажнения отличались разнотравно-злаковые и полынно-злаковые сильно деградированные горные степи, расположенные на склонах и шлейфах различной крутизны. Следовательно, заросли курильского чая являются индикатором лесопригодности экотопов. Они более или менее выраженным поясом отделяют лес от степи и занимают подгорные полого-наклонные шлейфы.

Особенности конкурентных взаимоотношений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), вяза мелколистного (*Ulmus pumila*) и караганы мелколистной (*Caragana microphylla*). Модельный полигон «Салхит» является репрезентативным для Селенгинского среднегорья — территории между горными массивами Западного Хэнтэя и Восточного Хангая. Она давно обжита человеком, имеет развитую инфраструктуру, здесь сосредоточено много скота, земледельческих хозяйств и промышленных предприятий. Ввиду значительной и длительной антропогенной нагрузки представленные здесь экосистемы претерпели глубокую трансформацию.

Сосновый лес, занимающий всю центральную часть полигона, представляет собой естественно сложившийся лесной массив площадью около 16 км² на закрепленных дюнных песках первой террасы реки Хараа-Гол. Насаждения состоят из разновозрастных мозаик различного размера, полноты, средней высоты, диаметра и возраста. Здесь можно встретить низкополнотные (0,4–0,5) редколесья в возрасте 50–60 лет и перегущенные жердняки с полнотой выше единицы. Перестойных деревьев нет; очевидно, они были вырублены до того, как лес был взят под охрану. Типичное насаждение имеет следующие таксационные характеристики: возраст около 40 лет, средняя высота 18 м, средний диаметр 20 см, полнота 0,7–0,8, бонитет II–III. Самосев встречается почти повсеместно, но нечасто переживает засушливые месяцы. Густой благонадежный подрост есть в междюнных понижениях.

Рубки здесь запрещены, но местами лес используется как пастбище. В целом его состояние пока не вызывает сильных опасений.

Дифференциация видов-доминантов по координатам антропогенного воздействия при сукцессионных сменах в долинных сосняках на каштановых супесчано-песчаных почвах

Differentiation of predominating species by coordinates of anthropogenic effect in the course of successions in valley pine forests on chestnut sandy-loamy and sandy soils

Рубка \ Выпас	Слабый	Умеренный	Сильный
Слабая	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Ulmus pumila</i> <i>Caragana microphylla</i>	<i>Caragana microphylla</i> <i>Thymus gobicus</i>
Умеренная	<i>Pinus sylvestris</i> <i>Ulmus pumila</i> <i>Betula platyphylla</i> <i>Salix ledebouriana</i>	<i>Ulmus pumila</i> <i>Caragana microphylla</i> <i>Thymus gobicus</i>	<i>Caragana microphylla</i> <i>Thymus gobicus</i> <i>Corispermum mongolicum</i> <i>Agriophyllum pungens</i>
Сильная	<i>Ulmus pumila</i> <i>Caragana microphylla</i> <i>Thymus gobicus</i>	<i>Ulmus pumila</i> <i>Caragana microphylla</i> <i>Thymus gobicus</i> <i>Juniperus pseudosabina</i>	<i>Juniperus pseudosabina</i> <i>Thymus gobicus</i> <i>Corispermum mongolicum</i> <i>Agriophyllum pungens</i>

Согласно исследованиям, проведенным в 2006, 2009, 2011 и 2012 гг. здесь происходит успешное естественное возобновление сосны, что и отличает данный лесной массив от остальных сосновых лесов Селенгинского среднегорья.

Изучение сукцессионных смен сосновых лесов, произрастающих на речных террасах и в межгорных котловинах Селенгинского среднегорья на каштановых почвах песчаного и супесчаного механического состава, позволило сформулировать некоторые закономерности.

Установлено, что полный сукцессионный ряд представлен здесь пятью стадиями: I — леса коренные (Ia — развивающиеся без влияния рубок; Ib — подверженные выборочным рубкам), II — леса мелколиственные с участием коренных пород, III — леса мелколиственные без участия коренных пород, включая подрост или заросли кустарников с усыхающими деревьями, IV — заросли кустарников без участия деревьев, V — опустыненные степи.

Состав видов-доминантов претерпевает при этом закономерные изменения. Из древостоя выпадает сосна, сменяющаяся сначала вязом (*Ulmus pumila*), а затем караганой (*Caragana microphylla*) или реже можжевельником (*Juniperus pseudosabina*). В растительный покров внедряются пустынные виды, такие как *Thymus gobicus*, *Kochia prostrata*, *Corispermum mongolicum*, *Agriophyllum pungens* и в отдельных случаях *Ephedra sinica* (см. таблицу). Сукцессии сопровождаются неуклонным падением величины надземной фитомассы.

Особенности конкурентных взаимоотношений лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) и караганы Бунге (*Caragana bungei*). Лиственничники модельного полигона «Тосонцэнгэл» представлены долинными лесами, произрастающими на песчаных аллювиальных отложениях

реки Идэр и ее притоков, и горными лесами, занимающими теневые склоны гор. Между ними существует кардинальное различие: как правило, первые представляют собой редины с полнотой 0,3–0,4 и ниже, тогда как вторые могут быть достаточно высокополнотными, формирующими нормальную лесную среду.

Исследования проводились в лиственничниках злаково-ритидиевых, разнотравно-злаковых и злаково-осоковых на западном мегасклоне Хангайского нагорья. Формула состава древостоя во всех изученных типах леса 10Лц, т. е. это чистые, монодоминантные насаждения. Их происхождение естественное. Возраст варьируется от абсолютно одновозрастных до абсолютно разновозрастных; как правило, старшее поколение деревьев насчитывает 250–300 лет. Полнота также неоднородна и даже в пределах одного и того же древостоя может колебаться от 0,6 до 1,0. Средний бонитет II–III, реже IV. Во многих случаях наблюдается обильный самосев в возрасте 1–2 года (до 70 и более экз./м²), но крайне редкий подрост, к тому же сильно поврежденный скотом. Такие лесные сообщества рискуют через определенное время смениться степями либо зарослями кустарников, если не отрегулировать пастбищные нагрузки.

Рекогносцировочное обследование здесь уже проводилось в 2004 г. Ряд пробных площадей, заложенных и протаксированных в указанном году, был протаксирован повторно спустя 10 лет (2014).

За эти годы почти на всех пробных площадях возросло проективное покрытие караганы Бунге, иногда более чем в 2 раза. По-видимому, этот тренд свидетельствует об усилении ценотических позиций караганы, в том числе и под пологом лиственничных лесов. По существу, мы можем говорить о распространении в исследованном районе процессов биологического опустынивания.

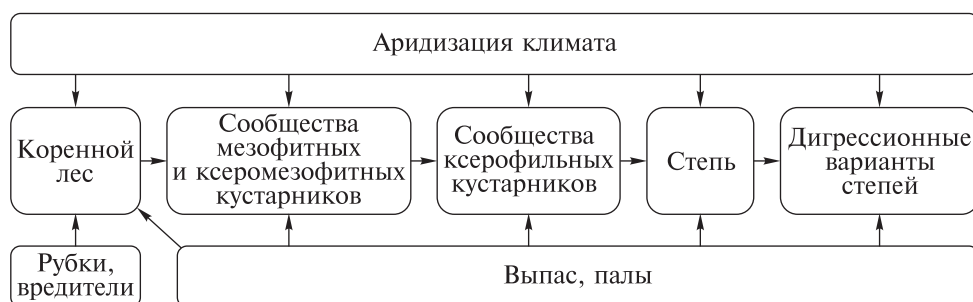


Рис. 2. Общая схема постлесных сукцессий в лесостепных ландшафтах на южной границе бореальных лесов в бассейне Байкала

Fig. 2. General scheme of post-forest successions in the forest-steppe landscapes at the southern border of boreal forests in the Lake Baikal basin

Наиболее выраженная положительная динамика обилия караганы Бунге была отмечена в горных лиственничных лесах. Так, в разреженном лиственничнике ее проективное покрытие увеличилось в 2,3 раза. В структуре сообщества этот вид формирует более 37 % от общего проективного покрытия. Возросло обилие и других видов кустарников. Значительно увеличилось присутствие *Thalictrum minus*. В высокополнотном лиственничнике проективное покрытие караганы возросло в 1,5 раза. Ее участие в структуре сообщества также показывает положительную динамику. Одной из особенностей этого вида является его высокая фотосинтетическая способность [17]. Таким образом, благодаря как особенностям своей физиологии, так и растущему антропогенному давлению на лиственничники, происходящему на фоне аридизации ландшафтов, карагана Бунге получает дополнительные преимущества в конкуренции с лиственницей и активно внедряется в лесные экотопы.

Выводы

Современное состояние кустарниковых сообществ и динамика расширения занятых ими площадей на южной границе бореальных лесов в Монголии позволяют считать их достаточно устойчивыми ценозами, препятствующими естественному возобновлению коренных (сосновых, лиственничных) лесов. Вместе с тем, дальнейшее усиление антропогенных нагрузок вкупе с аридизацией климата может углубить трансформацию этих вторичных сообществ и привести в конечном итоге к господству дигрессионных вариантов: кустарниковых пустошей и степей с ничтожной экологической и хозяйственной ценностью (рис. 2).

Несмотря на негативную оценку экологических и экономических последствий рассмотренных смен растительности, необходимо сделать оговорку, что прямолинейная направленность трансформации лесных и постлесных сообществ в действительности наблюдается отнюдь не всегда. На любом этапе могут включиться demu-

тационные механизмы и с течением того или иного времени вернуть экосистему в состояние, близкое к исходному. Кустарниковые заросли, возникшие на месте лесов, в условиях умеренного выпаса могут оберегать почвенный покров от потери гумуса и водной либо ветровой эрозии, а под их пологом в некоторых случаях сохраняется молодой подрост коренных древесных пород. Способность кустарников быстро восстанавливаться после пожаров и других серьезных повреждений делает формируемые ими ценозы достаточно устойчивыми. Но если подрост выходит из-под их полога, он начинает получать все больше конкурентных преимуществ, и в не очень отдаленной перспективе может сформировать разреженный древостой, который в благоприятный по климатическим параметрам и урожайный год обеспечит данную территорию самосевом. К сожалению, в настоящее время вероятность благоприятного сочетания факторов естественного возобновления лесов в южной части бассейна Байкала невелика.

Полевые исследования, проведенные в лесостепных ландшафтах бассейна озера Байкал, позволили пространственно локализовать и изучить три основных фактора обезлесения.

1. Иссущение корнеобитаемого слоя почвогрунтов и его фатальные для лесных сообществ последствия заметно проявляются на модельном полигоне «Шамар». Аналогичные явления можно прогнозировать и в гораздо более широком ареале ввиду негативных климатических тенденций, инструментально фиксируемых на метеостанциях в разных частях бассейна Байкала.

2. Обезлесение происходит и по прямо противоположной причине — переувлажнению корнеобитаемого слоя почвогрунтов, что наблюдается на модельном полигоне «Налайх» к юго-востоку от Улан-Батора. Этот процесс актуален, в первую очередь, для высокогорных котловин, и может считаться естественным, но может быть «запущен» и человеком вследствие разработок полезных ископаемых или гидростроительства.

3. Широкое распространение и значительную остроту в южной части бассейна Байкала получили конкурентные отношения между древесной и кустарниковой растительностью, в которых на стороне последней фактически выступает человек. Вследствие этого на больших территориях происходит смена лесных сообществ кустарниковыми, причем, в зависимости от конкретных природных условий, доминируют различные виды кустарников: на модельном полигоне «Шарын-Гол» — *Dasiphora fruticosa*, «Салхит» — *Caragana microphylla*, «Тосонцэнгэл» — *Caragana bungei*. Кустарники не только замещают распадающиеся леса, но и служат индикаторами экотопов, потенциально пригодных для искусственного лесоразведения, как в случае с *Dasiphora fruticosa*, или, наоборот, не пригодных для лесоразведения при сукцессии *Armeniaca sibirica*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-05019.

Список литературы

- [1] Чередникова Ю.С., Кузьмин Е.А., Зоев Д., Чулуунбаатар Д, Тэгшжаргал Д. Антропогенное нарушение лесных экосистем Хэнтэя в Монголии // География и природные ресурсы, 1991. № 3. С. 154–162.
- [2] Цэдэндаш Г., Дугаржав Ч. Реликтовые лесные сообщества как индикаторы климатических изменений // Аридные экосистемы, 2004. Т. 10. № 24–25. С. 60–66.
- [3] Доржсүрэн Ч. Антропогенные сукцессии в лиственных лесах Монголии. М.: Россельхозакадемия, 2009. 260 с.
- [4] Обыденников В.И., Коротков С.А., Ломов В.Д., Волков С.Н. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2015. 272 с.
- [5] Обыденников В.И., Волков С.Н., Коротков С.А. Зонально-типологические основы лесного хозяйства. М.: МГУЛ, 2015. 220 с.
- [6] Коротков С.А. Некоторые проблемы лесопользования Московской области // Лесной экономический вестник, 1995. № 2. С. 20–24.
- [7] Рысин Л.П. Леса Подмосковья. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 256 с.
- [8] Коротков С.А., Киселёва В.В., Стоноженко Л.В. О направлении лесообразовательного процесса в северо-восточном Подмосковье // Лесотехнический журнал, 2015. Т. 5. № 3 (19). С. 41–54.
- [9] Korotkov S.A., Makuev V.A., Lopatnikov M.V., Nikitin V.V., Sirotov A.V., Stonozhenko L.V. Forest-Use Issues in Moscow Region at the Beginning of 21st Century // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, 2016, vol. 9 (58), no. 2, pp. 17–24.
- [10] Коротков С.А., Стоноженко Л.В. Роль лесных податей в формировании себестоимости лесозаготовок // Лесной экономический вестник, 2000. № 1 (23). С. 28–31.
- [11] Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Теплов О.А. Динамика лесных ресурсов и лесопользования Московской области // Международный сборник «Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг» / отв. ред. Э.А. Курбанов. Йошкар-Ола, Поволжский ГТУ, 17–19 мая 2017 г. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2017. С. 94–105.
- [12] Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Киселева В.В. Тенденции естественного возобновления в хвойно-широколиственных лесах (на примере Щелковского учебно-опытного лесхоза, национальных парков «Лосиный остров» и «Угра») // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2017. Т. 5. № 1 (27). С. 116–119.
- [13] Почвы заповедников и национальных парков Российской Федерации / гл. ред. Г.В. Добровольский. М.: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2012. 476 с.
- [14] Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240 с.
- [15] Дробышев Ю.И., Коротков С.А., Стоноженко Л.В. К вопросу о строении и изменчивости древостоев в условиях стресса // Лесной вестник, 1999. № 2 (7). С. 82–84.
- [16] Дробышев Ю.И. Сосняки Нижнего Приорхонья // Доклады ТСХА, 2001. Вып. 273. Ч. 2. С. 140–143.
- [17] Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Иванов Л.А., Иванова Л.А., Казанцева Т.И., Мигалина С.В., Микляева И.М., Ронжина Д.А., Ариунболд Э., Хадбаатар С., Цоож Ш., Цэрэнханд Г. Региональные особенности процессов опустынивания экосистем на границе бассейна Байкала и Центральноазиатского бессточного бассейна // Аридные экосистемы, 2015. Т. 21. № 3 (64). С. 5–22.

Сведения об авторах

- Бажа Сергей Николаевич** — канд. биол. наук, старший научный сотрудник ИПЭЭ РАН, monexp@mail.ru
Басхаева Татьяна Георгиевна — канд. биол. наук, доцент БГУ, baskhaevatg@gmail.com
Гунин Петр Дмитриевич — д-р биол. наук, проф., зав. лаб. ИПЭЭ РАН, monexp@mail.ru
Данжалова Елена Владимировна — канд. биол. наук, старший научный сотрудник ИПЭЭ РАН, monexp@mail.ru
Дробышев Юлий Иванович — канд. биол. наук, старший научный сотрудник ИПЭЭ РАН, monexp@mail.ru
Дугаржав Чултэмийн — академик, ИОЭБ АНМ, Улан-Батор, Монголия, chdugaa@yahoo.com

Поступила в редакцию 25.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

MAIN WAYS OF FOREST-STEPPE DEFORESTATION ON THE SOUTHERN BORDER OF MONGOLIAN BOREAL FORESTS

S.N. Bazha¹, T.G. Baskhaeva², P.D. Gunin¹, E.V. Danzhalova¹, Yu.I. Drobyshev¹, Ch. Dugarzhav³

¹A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, 33, Lenin av., 119071, Moscow, Russia

²Buryat State University, 24 a, Smolin st., 670000, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

³Institute of General and Experimental Biology MAS, 6, Sah'yanovoy st., 670047, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russia

monexp@mail.ru

The article considers the main ways of deforestation along the southern border of boreal forests in Mongolia, due to dryness or, on the contrary, waterlogging of the root layer of soils in forest ecotopes, as well as various types of competition from the shrub vegetation. These factors usually act together. The data were obtained in the course of many years observations on several research polygons in different types of forest. For evaluation of character and trends of successions standard forestry and geobotany methods were used, as well as studying of soil cover. It is shown that different regions of Northern and Central Mongolia are characterized by their special way of deforestation usually turning indigenous forest communities into bushlands of certain types. Bushes not only substitute collapsing forest stands but also serve as indicators of ecotopes potentially suitable for artificial afforestation as in the case of *Dasiphora fruticosa* or, otherwise, not suitable for this purpose as in the case of *Armeniaca sibirica*. The result of the study is the general scheme of post-forest successions in the forest-steppe landscapes at the southern border of boreal forests in Lake Baikal basin.

Keywords: deforestation, boreal forests, Mongolia, shrubs, successions

Suggested citation: Bazha S.N., Baskhaeva T.G., Gunin P.D., Danzhalova E.V., Drobyshev Yu.I., Dugarzhav Ch. *Osnovnye puti obezleseniya lesostepnykh landshaftov na yuzhnoy granitse boreal'nykh lesov v Mongolii* [Main ways of forest-steppe deforestation on the southern border of Mongolian boreal forests]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 45–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-45-54

References

- [1] Cherednikova Yu.S., Kuz'min E.A., Zoeo D., Chuluunbaatar D., Tegshzhargal D. *Antropogennoe narushenie lesnykh ekosistem Khenteya v Mongolii* [Anthropogenic disturbance of forest ecosystems of Khentey in Mongolia]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and natural resources], 1991, no. 3, pp. 154–162.
- [2] Tsedendash G., Dugarzhav Ch. *Reliktovye lesnye soobshchestva kak indikator klimaticheskikh izmeneniy* [Relict forest communities as indicators of climatic changes]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2004, vol. 10, no. 24–25, pp. 60–66.
- [3] Dorzhsuren Ch. *Antropogennye suksessii v listvennichnykh lesakh Mongolii* [Anthropogenic successions in the larch forests of Mongolia]. Moscow: Rossel'khozakademiya, 2009, 260 p.
- [4] Obydyonnikov V.I., Korotkov S.A., Lomov V.D., Volkov S.N. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MSFU, 2015, 272 p.
- [5] Obydenikov V.I., Volkov S.N., Korotkov S.A. *Zonal'no-tipologicheskie osnovy lesnogo khozyaystva* [Zonal and typological foundations of forestry]. Moscow: MSFU, 2015, 220 p.
- [6] Korotkov S.A. *Nekotorye problemy lesopol'zovaniya Moskovskoy oblasti* [Some problems of forest use in the Moscow region]. *Lesnoy ekonomicheskii vestnik* [Forest economic bulletin], 1995, no. 2, pp. 20–24.
- [7] Rysin L.P. *Les Podmoskov'ya* [Moscow Region Forests]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 256 p.
- [8] Korotkov S.A., Kiselyova V.V., Stonozhenko L.V. *O napravlenii lesoobrazovatel'nogo processa v severo-vostochnom Podmoskov'e* [On the direction of the forest formation process in the north-eastern suburbs]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry journal], 2015, v. 5, no. 3 (19), pp. 41–54.
- [9] Korotkov S.A., Makuev V.A., Lopatnikov M.V., Nikitin V.V., Sirotov A.V., Stonozhenko L.V. *Forest-Use Issues in Moscow Region at the Beginning of 21st Century*. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering*, 2016, vol. 9 (58), no. 2, pp. 17–24.
- [10] Korotkov S.A., Stonozhenko L.V. *Rol' lesnykh podatay v formirovaniy sebestoimosti lesozagotovok* [Роль лесных налогов в формировании стоимости лесозаготовок]. *Lesnoy ekonomicheskii vestnik* [Forest economic bulletin], 2000, no. 1 (23), pp. 28–31.
- [11] Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Teplov O.A. *Dinamika lesnykh resursov i lesopol'zovaniya moskovskoy oblasti* [Dynamics of forest resources and forest management in the Moscow region]. *Mezhdunarodnyy sbornik «Lesnye ekosistemy v usloviyakh izmeneniya klimata: biologicheskaya produktivnost' i distantsionnyy monitoring»* [International collection «Forest Ecosystems in the Conditions of Climate Change: Biological Productivity and Remote Monitoring»]. Ed. E.A. Kurbanov. Yoshkar-Ola, Volga GTU, May 17–19, 2017. Yoshkar-Ola: Volga GTU, 2017, p. 94–105.
- [12] Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Kiseleva V.V. *Tendentsii estestvennogo vozobnovleniya v khvoynno-shirokolistvennykh lesakh (na primere Shchelkovskogo uchebno-opytного leskhozа, natsional'nykh parkov «Losinyy ostrov» i «Ugra»)* [Trends of natural renewal in coniferous-deciduous forests (using the example of the Schelkovo training and experimental forestry, the Elk Island and Ugra national parks)]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual areas of research of the 21st century: theory and practice], 2017, v. 5, no. 1 (27), pp. 116–119.
- [13] *Pochvy zapovednikov i natsional'nykh parkov Rossiyskoy Federatsii* [Soils of reserves and national parks of the Russian Federation]. Ed. G.V. Dobrovolskiy. Moscow: Fund «Infosfera» – NIA-Priroda, 2012, 476 p.
- [14] Andreeva E.N., Bakkal I.YU., Gorshkov V.V. *Metody izucheniya lesnykh soobshchestv* [Methods for studying forest communities]. St. Petersburg: Institute of Chemistry, 2002, 240 p.

- [15] Drobyshev Yu.I., Korotkov S.A., Stonozhenko L.V. *K voprosu o stroenii i izmenchivosti drevostoev v usloviyakh stressa* [To the question of the structure and variability of stands under stress conditions]. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 1999, no. 2 (7), pp. 82–84.
- [16] Drobyshev Yu.I. *Sosnyaki Nizhnego Priorkhon'ya* [Pine forests of the Lower Orkhon]. *Doklady TSKhA* [Reports of the Timiriazev' Agricultural Academy], 2001, v. 273, iss. 2, pp. 140–143.
- [17] Gunin P.D., Bazha S.N., Danzhalova E.V., Drobyshev Yu.I., Ivanov L.A., Ivanova L.A., Kazantseva T.I., Migalina S.V., Miklyaeva I.M., Ronzhina D.A., Ariunbold E., Khadbaatar S., Tsoozh Sh., Tserenkhand G. *Regional'nye osobennosti protsessov opustynivaniya ekosistem na granitse basseyna Baykala i Tsentral'noaziatskogo besstochnogo basseyna* [Regional features of desertification of ecosystems at the border of the Baikal basin and the Central Asian drainage basin]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems], 2015, vol. 21, no. 3 (64), pp. 5–22.

Authors' information

Bazha Sergey Nikolaevich — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, IPEE RAS, monexp@mail.ru

Baskaeva Tatyana Georgievna — Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor BSU, baskaevatg@gmail.com

Gunin Petr Dmitrievich — Dr. Sci. (Biol.), Prof., head. lab IPEE RAS, monexp@mail.ru

Danzhalova Elena Vladimirovna — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, IPEE RAS, monexp@mail.ru

Drobyshev Yuli Ivanovich — Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, IPEE RAS, monexp@mail.ru

Dugarzhav Chultemiin — Academician, IOEB ASM, Ulaanbaatar, Mongolia, chdugaa@yahoo.com

Received 25.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

СОСТОЯНИЕ НИЖНИХ ЯРУСОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЛИПОВЫХ ЛЕСАХ И НА ВЫРУБКАХ

М.В. Мартынова, Р.Р. Султанова

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, 450001, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34

maagussia@mail.ru, vestnik-bsau@mail.ru

Рассмотрено влияние сплошных узколесосечных рубок в насаждениях липы мелколистной на состояние нижних ярусов растительности. Выявлено, что подлесочный ярус на пройденных рубкой участках развит слабо, что обуславливается интенсивным развитием порослевин основных лесообразователей и недостаточным количеством поступающего света. Уровень жизненности подлеска составил 92–99 %. Определено, что травяной покров ненарушенных рубками исследуемых липняков представлен 17–19 видами растений и состоит из пяти подъярусов. Видовое разнообразие ограничивается 14–16 семействами. Установлено, что к третьей вегетации после проведения рубки из состава живого напочвенного покрова выпадают более типичные для высокополнотного древесного полога липняков виды — копытень европейский, сныть обыкновенная, звездчатка жестколистная, будра плющевидная и т. п., возрастает наличие видов семейства *Poaceae* Barnhart. После проведения сплошной узколесосечной рубки в летний и зимний периоды оценка флористического состава травянистых растений в нетронутых рубкой липняках и насаждениях объясняет достаточно высокую степень сходства травянистой растительности исследуемых участков и восстановление живого напочвенного покрова в производном древостое за 20-летний период после проведения рубки. Среднее значение коэффициента видового сходства Жаккара для контрольного участка (до проведения рубки) и участка зимнего сезона рубки составило 0,71; для участка летнего сезона рубки и контрольного участка — 0,75; для участков летнего и зимнего сезонов рубки — 0,68. Помимо смены лесных видов растений, изменения их обилия и встречаемости наблюдается уменьшение биомассы растительности в абсолютно сухом состоянии с 10,04 г/м² на контроле до 6,5 г/м² на участке летнего сезона рубки.

Ключевые слова: липа мелколистная, подлесок, живой напочвенный покров, вырубка, флористический состав, биомасса, обилие видов

Ссылка для цитирования: Мартынова М.В., Султанова Р.Р. Состояние нижних ярусов растительности в липовых лесах и на вырубках // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 55–60. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-55-60

Важным компонентом лесных экосистем является растительность и его видовой состав [1–4]. Оценка жизненного состояния подлеска и живого напочвенного покрова (ЖНП), их качественных изменений, происходящих в течение большого временного интервала, возможна лишь при наличии многолетних наблюдений. Такие исследования могут подтвердить либо опровергнуть те или иные гипотезы.

По мнению Г.Ф. Морозова [5], наличие подлеска в насаждении является мерой, способствующей сохранению продуктивности почвы, которая со временем значительно снижается. Подлесок оказывает положительное влияние на лесорастительные условия и фитоклимат, в зимний период обеспечивает накопление влаги, уменьшает количество вредителей и является местом заселения полезных птиц [6, 7]. По мнению различных авторов [8–12], в значительной степени на возобновительный процесс влияют биотические факторы, такие как видовой состав насаждений, особенности их морфологии, полнота древостоя и др. Вместе с тем существенное воздействие на возобновительные процессы оказывает густота подлесочного яруса, очень густой подлесок воздействует процессу вытеснения лесов естественного происхождения [13]. Тем не менее, имея

большое практическое значение, этот вопрос еще разработан не в полной мере.

Изучение динамики ЖНП на вырубках несет в себе большой научный и практический интерес, поскольку ЖНП формирует среду для возобновления леса.

Цель работы

Целью работы является исследование влияния сплошной узколесосечной рубки на состояние нижних ярусов растительности в липовых лесах.

Задачи исследования

Рассматриваются следующие задачи: изучение состава и жизненности подлесочного яруса; оценка структуры живого напочвенного покрова до рубки липы мелколистной и в насаждениях, сформированных на вырубках; изучение влияния сезона рубки на видовой состав и биомассу травянистого яруса; исследование флористического состава растений травянистого компонента нетронутых рубкой липовых насаждений и после проведения сплошной узколесосечной рубки.

Материалы и методы

Экспериментальные опыты выполнены в липняках Нурлинского участкового лесничества ГБУ

РБ «Уфимское лесничество» Республики Башкортостан. Изначально древостой имел следующие характеристики: состав насаждения — 10Лп; возраст — 70 лет; полнота — 0,7; бонитет — II. В изучаемых липовых насаждениях в 1993 г. проводилась сплошная узколесосечная рубка на двух примыкающих друг к другу участках площадью по 0,25 га: в летний сезон (пробная площадь (ПП) № 2, состав древостоя за 20-летний период после проведения рубки — 7В2Лп1Кл) и в зимний период (ПП № 3, состав — 5Лп4В1Кл, возраст — 20 лет) [14,15]. На контрольном участке под пологом липового древостоя (ПП № 1) и на каждой вырубке (ПП № 2 и ПП № 3) по диагонали закладывалось по 20 учетных площадок (10 × 10 м), на которых определены видовой состав растений и их проективное покрытие (учет 1993, 1995 и 2013 гг.).

Обилие видов определяли по общепринятой шкале Друде: *Soc* — растение покрывает более чем $\frac{3}{4}$ площади; *Cop3* — от $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ площади; *Cop2* — от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ площади; *Cop1* — от $\frac{1}{20}$ до $\frac{1}{4}$ площади; *Sp* — менее $\frac{1}{20}$ поверхности почвы, но распространено значительно; *Sol* — растение встречается единично; *Un* — найден только один экземпляр данного вида. Флористическое сходство растений напочвенного покрова до и после рубки древесного яруса оценено с использованием коэффициента флористического сходства (индекс Жаккара), рассчитываемого по следующей формуле:

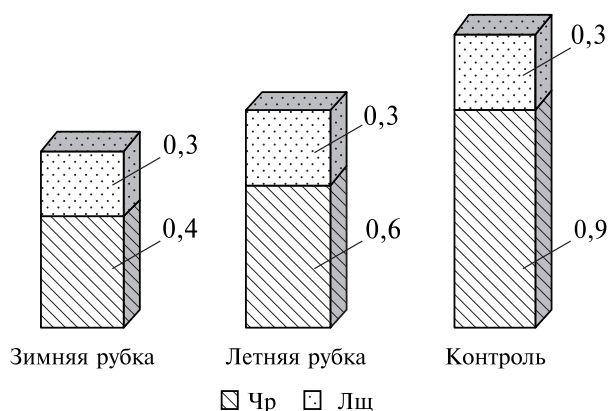
$$K_j = c / (a + b - c),$$

где a — число видов в одном сообществе; b — число видов в другой флоре; c — число видов, общих для двух сообществ.

Пределы этого коэффициента от 0 до 1, причем $K_j = 1$ означает полное сходство сообществ (абсолютное совпадение списков), а $K_j = 0$ — сообщества не имеют ни одного общего вида [16]. Биомасса травяного покрова (г/м²) определена в период максимального роста (середина июля) под пологом леса и после проведения рубки (по 20–25 шт. на ПП) путем скашивания трав на учетных площадках размером 1,0 × 1,0 м.

Результаты исследования

Подлесок на участках, где проводилась рубка, в большей степени в зимний период, развит слабо. Это обусловлено интенсивным ростом поросли основных лесобразующих пород, нехваткой поступающего света, существенной долей погибших порослевин, которые механически повреждают подлесок. Густота подлесочного яруса меняется от 0,6 до 1,2 тыс. шт./га, черемуха обыкновенная *Prunus padus* преобладает в составе, занимая от 60 до 80 % территории. Уровень жизненности подлеска меняется от 92 до 99 % [14, 15, 17].



Количество подлеска, тыс. экз./га, на участке в зависимости от сезона рубки и под контролем: Чр — черемуха; Лщ — лещина

Number of undergrowth, thousand specimens / ha, in the area depending on the logging season and under control: Чр — bird cherry; Лщ — hazel

Распределение количества подлесочного яруса по видовой представленности показано на рисунке.

Травяной ярус выступает в качестве индикатора лесорастительной среды, не имея весомую массу в общих запасах лесного биогеоценоза, но характеризуясь большой зольностью, оказывает влияние на микроклимат в лесу, изменяет температурный режим, участвует в распределении осадков, влияет на влагоиспарение и жизненные циклы древесных видов [1, 2, 6, 18–20].

После проведения сплошной узколесосечной рубки в липняках ЖНП, выступая в качестве основного компонента леса, представляя собой сложную динамическую систему, повлиял на изменение структуры производного леса при его формировании. Изучение и оценка количественной и видовой структуры ЖНП в первые годы после рубки (учет 1995 г.) говорит о том, что сплошная рубка явилась индикатором выпадения из состава ЖНП в наибольшей степени характерных для высокополнотного липового древостоя видов трав. К третьему вегетационному периоду в составе не оказалось сныти обыкновенной, которая сохраняла свой рост после проведения рубки в течение первых двух лет, а также чины весенней, копытня европейского, звездчатки жестколистной, гравилата городского, будры плющевидной, герани лесной и т. п. Наблюдается увеличение обилия видов семейства *Poaceae* Barnhart. Сформировались такие виды, как метлица обыкновенная, пырейник собачий, пырей ползучий. В целом за период учета выявлено 13 в большей степени встречающихся видов (класс постоянства I–V) [14, 15, 21].

Распределение семейств травянистой растительности по количеству видов до рубки и спустя 20 лет после рубки в зависимости

Т а б л и ц а 1

Распределение семейств живого напочвенного покрова по числу видов

Distribution of plant species by families

Семейство		ПП1		ПП2		ПП3	
		Учет 2013 г.					
Латинское название	Русское название	Кол-во видов	Процент от общего числа видов, %	Кол-во видов	Процент от общего числа видов, %	Кол-во видов	Процент от общего числа видов, %
<i>Umbelliferae</i> Lindl.	Зонтичные	2	10,45	2	12,0	1	5
<i>Urticaceae</i> Juss.	Крапивные	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Dennstaedtiaceae</i>	Деннштедтиевые	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Equisetaceae</i> Rich.	Хвощовые	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Caryophyllaceae</i> Juss.	Гвоздичные	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Melanthiaceae</i>	Мелантиевые	1	5,3	–	–	1	5
<i>Ruscaceae</i>	Иглицевые	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Poaceae</i> Barnhart	Злаковые	1	5,3	3	18,0	2	10
<i>Rosaceae</i> Juss.	Розовые	2	10,45	1	5,8	1	5
<i>Lamiaceae</i> Lindl.	Яснотковые	2	10,45	1	5,8	2	10
<i>Campanulaceae</i> Juss.	Колокольчиковые	–	–	–	–	1	5
<i>Aristolochiaceae</i> Juss.	Кирказоновые	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Asteroideae</i> Juss.	Астровые	1	5,3	1	5,8	2	10
<i>Rubiaceae</i> Juss.	Мареновые	1	5,3	1	5,8	1	5
<i>Violaceae</i> Batsch	Фиалковые	1	5,3	–	–	1	5
<i>Papaveraceae</i> Juss.	Маковые	–	–	1	5,8	1	5
<i>Fabaceae</i> Lindl.	Бобовые	1	5,3	1	5,8	–	–
<i>Geraniaceae</i> Juss.	Гераниевые	1	5,3	–	–	–	–
Всего		19	100	17	100	19	100

от сезона — зима, лето (учет 2013 г.) — отражено в табл. 1. Фитоценозы, сформировавшиеся после рубки древостоя, представлены 17–19 видами травянистой растительности. Видовой состав ограничивается 14–16 семействами. Доминирует семейство злаковых (*Poaceae* Barnhart), которое охватывает 3 вида растений, астровых (*Asteraceae*) и зонтичных (*Umbelliferae* Lindl.), включающих по 2 вида трав. В других семействах зафиксировано по одному виду растений. Образование крупнотравного разреженного подъяруса идет за счет таких видов, как папоротник-орляк, подлесник европейский, колокольчик широколистный, крапива двудомная, лопух большой, овсяница луговая, чертополох курчавый, зопник клубненосный. В среднем подъярусе — вороний глаз, сныть обыкновенная, купена душистая и др. В нижнем ярусе главенствующее положение занимают будра плющевидная и копытень европейский. Моховой ярус не выражен так же, как и до проведения рубки. Растения характеризуются единичным равномерным размещением. Исключение составляют овсяница луговая, копытень европейский, подмаренник душистый и звездчатка жестколистная. Они размещены группами [15].

Насаждение, сформировавшееся после проведения рубки в летний период, по флористической представленности видов травяного покрова оказалось более бедным (17 видов растений). В составе преобладает сныть обыкновенная, подмаренник душистый, звездчатка жестколистная, встречаются отдельные экземпляры хохлатки плотной и лопуха большого. В ЖНП насаждения после зимней рубки — 19 видов растений с преобладанием сныти обыкновенной, крапивы двудомной и орляка обыкновенного, единично встречаются вороний глаз четырехлистный и лопух большой. Среднее рассчитанное значение коэффициента видового сходства Жаккара для контрольного участка и участка зимнего сезона рубки составило 0,71; для участков летнего сезона рубки и контрольного — 0,75; для участков летнего и зимнего периодов рубки — 0,68, что определяет высокий уровень сходства травостоя на исследуемых ПП [14, 15].

Учет фитомассы трав в период их максимального роста ($г/м^2$) до и после рубки (табл. 2) свидетельствует о том, что по общей фитомассе и видовому разнообразию лучше развит покров на участке зимней рубки, где фитомасса трав в абсолютно сухом весе составляет $8,5 г/м^2$, а на участке летней рубки — $6,5 г/м^2$.

Т а б л и ц а 2
**Фитомасса травяного покрова в период
 максимального роста, г/м², до и после
 проведения рубки**

**Herbage biomass in the period of maximal growth, g/m²,
 before and after logging**

Учет фитомассы трав	Сырой вес	Абсолютно сухой вес	Коэффициент усушки
До проведения рубки	58,2	10,04	5,8
В период летней рубки	31,8	6,5	4,7
В период зимней рубки	44,7	8,5	5,8
На контрольном участке	31,8	6,5	4,4

Сплошная узколесосечная рубка не только сказала на смене видов, но и оказала влияние на изменение их встречаемости и обилия. Произошло уменьшение фитомассы: до рубки фитомасса составляла 10,04 г/м², после рубки установлено снижение до 6,5 и 8,5 г/м² на летней и зимней рубке соответственно. Это вызвано усилением конкуренции между видами и выпадением из состава некоторых видов.

Выводы

1. Подлесочный ярус на участках, затронутых рубкой, развит слабо. Это вызвано активным ростом и развитием порослевых экземпляров древесных пород, нехваткой поступающего под полог света и большим количеством отпада, механически повреждающего подлесок. Густота подлеска колеблется от 0,6 до 1,2 тыс. шт./га, в составе преобладает черемуха обыкновенная (от 60 до 80 %). Показатель жизнестойкости находится в пределах от 92 до 99 %.

2. Изучение и анализ данных о составе и обилии видов, ранжировка семейств травостоя по количеству видов через 20 лет после проведения рубки в зависимости от сезона (зима, лето) говорит о том, что фитоценозы представлены 17–19 видами трав. Разнообразие видов определяется рамками 14–16 семейств. Растения распределены по площади равномерно, единично. Исключением являются овсяница луговая, копытень европейский, подмаренник душистый и звездчатка жестколистная. Они имеют групповое размещение.

3. После сплошной узколесосечной рубки живой напочвенный покров, формируя сложную динамическую систему, меняет свою структуру в процессе формирования древесного яруса.

4. Рубка не только повлияла на смену видов трав и их выпадение из состава, но и привела к изменению их обилия и встречаемости, умень-

шилась фитомасса травянистой растительности: с 10,04 г/м² на контрольном участке до 6,5 г/м² на участке летнего сезона рубки. Определено, что в целом по фитомассе и по видовому разнообразию в большей степени развит покров на зимней рубке — фитомасса в абсолютно сухом весе составляет 8,5 г/м², в то время как на летней рубке — 6,5 г/м².

5. Коэффициент видового сходства близок к «1», что указывает на высокую степень сходства травянистой растительности на площадках.

Список литературы

- [1] Bredemeier M., Cohen S., Godbold D.L., Lode E., Pichler V., Schleppei P. Forest Management and the Water Cycle // *Ecological Studies*, 2011, v. 212, 531 p.
- [2] Фарбер С.К., Соколов В.А., Втюрина О.П., Кузьмик Н.С. Методика выявления лесов высокой природоохранной ценности регионального уровня в Ангарском южно-таежном районе (на примере Братского района Иркутской области) // *Сибирский экологический журнал*, 2014. Т. 21. № 3. С. 355–362.
- [3] Flo V., Bosch J., Arnan X., Primante C., Martín González A.M., Barril-Graells H., Rodrigo A. Yearly fluctuations of flower landscape in a Mediterranean scrubland: Consequences for floral resource availability // *PLOS ONE*, 2018, v. 13, iss. 1, p. 0191268.
- [4] Ryzhkov I.B., Arslanov A.A., Mustafin R.F. Quantitative consideration of tree-shrub vegetation in slope-stability analysis. New York: Springer Science+Business Media, 2014, pp. 145–146.
- [5] Морозов Г.Ф. Учение о лесе. М.-Л.: Гослесбуиздат, 1949. 455 с.
- [6] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: Лесная промышленность, 1980. С. 286–289.
- [7] Осипов А.Ф., Бобкова К.С. Биологическая продуктивность и фиксация углерода среднетажными сосняками при переходе из средневозрастных в спелые // *Лесоведение*, 2016. № 5. С. 346–354.
- [8] Портянко А.Ф. Водный баланс — основа создания защитных лесополос. М.: Лесная промышленность, 1975. 193 с.
- [9] Šach F., Švihla V., Černohous V., Kantor P. Management of mountain forests in the hydrology of a landscape, the Czech Republic // *J. Forest Science*, 2014, v. 60, pp. 42–50.
- [10] Yin Z., Ouyang H., Xu X., Zhou C., Zhang F., Shao B. Estimation of Evapotranspiration from Faber Fir Forest Ecosystem in the Eastern Tibetan Plateau of China Using SHAW Model // *J. Water Resource and Protection*, 2010, v. 2, pp. 143–153.
- [11] Головацкая Е.А. Биомасса и продукция древесного яруса сосново-кустарничково-сфагновых болот южной тайги Западной Сибири // *Лесоведение*, 2017. № 2. С. 102–110.
- [12] Шавнин С.А., Галако В.А., Меншиков С.Л., Власенко В.Э., Марушак В.Н. Лесоводственно-таксационная оценка экологического состояния лесов в условиях рекреации и техногенного загрязнения // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2010. № 3 (27). С. 37–41.
- [13] Габдрахимов К.М. Экологическая продуктивность лесов. М.: МГУЛ, 2002. 33 с.
- [14] Мартынова М.В., Султанова Р.Р. Состав и биомасса травянистого яруса в нарушенном рубками древостое липы мелколистной // *Аграрный вестник Урала*. Екатеринбург, 2014. № 10 (128). С. 59–64.

- [15] Мартынова М.В., Султанова Р.Р., Мартынова С.В. Влияние сезона рубки на формирование высокопродуктивных липовых насаждений // Современная наука — агропромышленному производству, 2014. С. 45–49.
- [16] Дулепов В.И., Леснова О.А., Майоров И.С. Системная экология. Владивосток: ВГУЭС, 2004. 252 с.
- [17] Габделхаков А.К., Габдрахимов К.М., Конашова С.И., Султанова Р.Р., Хайретдинов А.Ф. Эколого-лесоводственные основы формирования высокопродуктивных липняков. Уфа: БГАУ, 1998. 189 с.
- [18] Кереева И.Б. Эколого-биологические особенности лесных медоносов Нижнего Дона и пути повышения их медопродуктивности: дисс. ... канд. с.-х. наук. Воронеж, 2002. 174 с.
- [19] Суханова Л.В. Межвидовая и индивидуальная изменчивость растений по нектаропродуктивности и оценка медовых ресурсов лесных угодий на примере республик Марий Эл и Мордовия: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Йошкар-Ола, 2002. 24 с.
- [20] Gabdrakhimov K., Khayretdinov A., Sultanova R., Konashova S., Konovalov V., Sabirzyanov I., Gabdelkhakov A., Isyanyulova R., Martynova M., Blonskaya L. Reproduction of Stable Pine Forests in the Southern Urals // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2018, no. 13, pp. 6494–6499.
- [21] Султанова Р.Р., Мартынова М.В., Ханов Д.А., Бунькова Н.П. Использование лесов для ведения пчеловодства и иной сельскохозяйственной деятельности // Аграрный вестник Урала, 2017. № 2 (156). С. 59–65.

Сведения об авторах

Мартынова Мария Викторовна — канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, maaarusssia@mail.ru

Султанова Рида Рязбовна — д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, vestnik-bsau@mail.ru

Поступила в редакцию 18.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

GROUND VEGETATION LAYERS CONDITION IN *TILIA CORDATA* MILL FORESTS AND ON CUTTINGS

M.V. Martynova, R.R. Sultanova

Bashkir State Agrarian University, 34, 50-letiya Otyabrya st., 45007, Ufa, Russia

maaarusssia@mail.ru

The effect of the of continuous stripped-coupe felling in stands *Tilia cordata* Mill on the state of the lower layers of vegetation. It was revealed that undergrowth tier logging in areas traversed, is underdeveloped, which is caused by the intensive development of scrub main forest and the insufficient number of the incoming light. The vitality of undergrowth was 92–99 %. Revealed that of undisturbed the grasses cover cuttings lime-tree represented by 17–19 species of plants and consists of five of substages. Species richness confined to 14–16 families. Found that the third growing season after logging out of living ground cover falls most typical for a dense tree canopy lime-tree species — European Asarum, Ground-pine, *Stellaria Sclerophyllous*, Ivy Boudreau, etc., increases availability of species of Poaceae Barnhart. Comparative evaluation of the floristic composition of herbaceous plants in linden, intact deckhouse and in stands, formed after solid strippedcoupe logging in summer and winter seasons, indicates a sufficiently high degree of similarity of herbaceous vegetation study sites and restores living ground cover in a derived forest stand over a 20 year during after felling. Average value of species similarity Jaccard to control (prior to cutting) and a plot of winter cutting were 0.71; section for the summer season cutting and control — 0,75; sections for summer and winter seasons cuttings — 0,68. Besides changing species of plants, loss of individual species, changes in their abundance and occurrence in grass cover decreases vegetation biomass in a completely dry state with 10,04 g/m² to 6,5 g/m² control at the site of the summer season cutting.

Keywords: *Tilia cordata* Mill., undergrowth, living ground cover, cutting, floristic composition, biomass, species abundance

Suggested citation: Martynova M.V., Sultanova R.R. *Sostoyanie nizhnikh yarusov rastitel'nosti v lipovykh lesakh i na vyrubkakh* [Ground vegetation layers condition in *Tilia cordata* Mill forests and on cuttings]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 55–60. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-55-60

References

- [1] Bredemeier M., Cohen S., Godbold D.L., Lode E., Pichler V., Schleppei P. Forest Management and the Water Cycle. *Ecological Studies*, 2011, v. 212, 531 p.
- [2] Farber S.K., Sokolov V.A., Vtyurina O.P., Kuz'mik N.S. *Metodika vyyavleniya lesov vysokoy prirodookhrannoy tsennosti regional'nogo urovnya v Angarskom yuzhno-taezhnom rayone (na primere Bratskogo rayona irkutskoy oblasti)* [Method of identification of forests of high conservation value of the regional level in the Angara South taiga region (on the example of the Bratsk district of the Irkutsk region)]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal [Siberian ecological journal]*, 2014, v. 21, no. 3, pp. 355–362.

- [3] Flo V., Bosch J., Arnan X., Primante C., Martín González A.M., Barril-Graells H., Rodrigo A. Yearly fluctuations of flower landscape in a Mediterranean scrubland: Consequences for floral resource availability. PLOS ONE, 2018, v. 13, iss. 1, p. 0191268.
- [4] Ryzhkov I.B., Arslanov A.A., Mustafin R.F. Quantitative consideration of tree-shrub vegetation in slope-stability analysis. New York: Springer Science+Business Media, 2014, pp. 145–146.
- [5] Morozov G.F. *Uchenie o lese* [The doctrine of the forest]. Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1949, 455 p.
- [6] Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Forest science]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1980, pp. 286–289.
- [7] Osipov A.F., Bobkova K.S. *Biologicheskaya produktivnost' i fiksatsiya ugleroda srednetaezhnymi sosnyakami pri perekhode iz srednevoznrastnykh v spelye* [Biological productivity and carbon fixation by medium-Taiga pine forests during transition from middle-aged to ripe]. *Lesovedenie* [Forest science], 2016, no. 5, pp. 346–354.
- [8] Portyanko A.F. *Vodnyy balans — osnova sozdaniya polezashchitnykh lesopolos* [Water balance—the basis for the creation of forest belts]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1975, 193 p.
- [9] Šach F., Švihla V., Černohous V., Kantor P. Management of mountain forests in the hydrology of a landscape, the Czech Republic. *J. Forest Science*, 2014, v. 60, pp. 42–50.
- [10] Yin Z., Ouyang H., Xu X., Zhou C., Zhang F., Shao B. Estimation of Evapotranspiration from Faber Fir Forest Ecosystem in the Eastern Tibetan Plateau of China Using SHAW Model. *J. Water Resource and Protection*, 2010, v. 2, pp. 143–153.
- [11] Golovatskaya E.A. *Biomassa i produktsiya drevesnogo yarusa sosnovo-kustarnichkovo-sfagnovykh bolot yuzhnoy taygi Zapadnoy Sibiri* [Biomass and wood products of pine-shrub-sphagnum bogs of the southern taiga of Western Siberia]. *Lesovedenie* [Forest science], 2017, no. 2, pp. 102–110.
- [12] Shavnin S.A., Galako V.A., Menshchikov S.L., Vlasenko V.E., Marushchak V.N. *Lesovodstvenno-taksatsionnaya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya lesov v usloviyakh rekreatsii i tekhnogennogo zagryazneniya* [Forest management and taxation assessment of the ecological state of forests in terms of recreation and man-made pollution]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of Orenburg state agrarian University], 2010, no. 3 (27), pp. 37–41.
- [13] Gabdrakhimov K.M. *Ekologicheskaya produktivnost' lesov* [Ecological productivity of forests]. Moscow: MGUL, 2002. 33 p.
- [14] Martynova M.V., Sultanova R.R. *Sostav i biomassa travyanistogo yarusa v narushennom rubkami drevostoe lipy melkolistnoy Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2014, no. 10 (128), pp. 59–64.
- [15] Martynova M.V., Sultanova R.R., Martynova S.V. *Vliyaniye sezona rubki na formirovaniye vysokoproduktivnykh lipovykh nasazhdeniy* [The influence of the felling season on the formation of highly productive lime plantations]. *Sovremennaya nauka — agropromyshlennomu proizvodstvu* [Modern science — agro-industrial production], 2014, pp. 45–49.
- [16] Dulepov V.I., Lesnova O.A., Mayorov I.S. *Sistemnaya ekologiya* [System ecology]. Vladivostok: VGUEHS, 2004, 252 p.
- [17] Gabdelkhakov A.K., Gabdrakhimov K.M., Konashova S.I., Sultanova R.R., Khayretdinov A.F. *Ekologo-lesovodstvennyye osnovy formirovaniya vysokoproduktivnykh lipnyakov* [Ecological and silvicultural bases of formation of highly productive limestones]. Ufa: BGAU, 1998, 189 p.
- [18] Kerefova I.B. *Ekologo-biologicheskie osobennosti lesnykh medonosov Nizhnego Dona i puti povysheniya ih medoproduktivnosti* [Ecological and biological features of forest honey plants of the Lower don and ways to increase their honey productivity]. *Diss. kand. s.-h. nauk* [Dis. Cand. Sci. (Agricultural)]. Voronezh, 2002. 174 p.
- [19] Sukhanova L.V. *Mezhvidovaya i individual'naya izmenchivost' rasteniy po nektaroproduktivnosti i otsenka medovykh resursov lesnykh ugodiy na primere respublik Mariy El i Mordoviya: avtoref. Dis. kand. biolog. nauk* [Interspecific and individual variability of the plants at nectarprocameoi and evaluation of the honey resources of forest lands on the example of the republics of Mari El and Mordovia]. *Abstract. Diss. Cand. Sci. (Biol.)*. Yoshkar-Ola, 2002, 24 p.
- [20] Gabdrakhimov K., Khayretdinov A., Sultanova R., Konashova S., Konovalov V., Sabirzyanov I., Gabdelkhakov A., Isyanyulova R., Martynova M., Blonskaya L. Reproduction of Stable Pine Forests in the Southern Urals. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2018, no. 13, pp. 6494–6499.
- [21] Sultanova R.R., Martynova M.V., Khanov D.A., Bun'kova N.P. *Ispol'zovaniye lesov dlya vedeniya pchelovodstva i inoy sel'skokhozyaystvennoy deyatel'nosti* [Use of forests for beekeeping and other agricultural activities]. *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 2 (156), pp. 59–65.

Authors' information

Martynova Mariya Viktorovna — Cand. Sci. (Agricultural), Associated Professor of the Bashkir State Agrarian University, maaarusssia@mail.ru

Sultanova Rida Razyabovna — Dr. Sci. (Agricultural), Professor of the Bashkir State Agrarian University, vestnik-bsau@mail.ru

Received 18.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ БИОТОПОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Е.А. Позднякова¹, Г.Л. Волкова², А.Е. Кухта^{1,3}

¹ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля», 107258, Москва, ул. Глебовская, д. 206

²Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

³ФГБУН «Институт географии РАН», 119017, Москва, Старомонетный переулок, д. 29

anna_koukhata@mail.ru

Оценена изменчивость линейных приростов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в сухих, свежих и влажных биотопах в Кандалакшском государственном природном биосферном заповеднике, Государственном природном заповеднике «Кивач», Комплексном заказнике «Полярный круг», а также в Волжско-Камском государственном природном заповеднике. Показателем изменчивости являлись коэффициенты вариации рядов индексов прироста. При оценке использовались методы корреляционного и дисперсионного анализа, а также сравнение распределений по критериям Левена и Вальда-Вольфовица. Выявлена высокая степень изменчивости размеров междоузлий подроста сосны Волжско-Камского заповедника в сравнении с сосняками трех северных ООПТ. Для древостоев Татарстана обнаружены высокие показатели зависимостей параметров приростов от месячных сумм осадков. Сделан вывод о лимитирующей функции осадков для сосняков Волжско-Камского заповедника и значительной роли влагообеспеченности древостоев в формировании изменчивости показателей приростов.

Ключевые слова: прирост, изменчивость, древостои, сосна обыкновенная, биотопы

Ссылка для цитирования: Позднякова Е.А., Волкова Г.Л., Кухта А.Е. Изменчивость линейного прироста сосны обыкновенной в различных типах биотопов Европейской территории России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 61–69. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-61-69

Изучение внутривидовой изменчивости древесных пород является одной из актуальных тем экологии леса. Модификационная изменчивость проявляется при реакциях организма на разнообразие факторов среды (например, в несхожих биотопах) и имеет адаптивное значение [1–3]. В лесных экосистемах данный вид изменчивости складывается из откликов на сигналы регионального (климатического) и локального масштабов. Локальные факторы изменчивости подразделяются на биотические (ценотические), эдафические, микроклиматические и т. д. Их суммарное воздействие формирует биотопическую изменчивость.

Цель работы

Целью данной работы является выявление биотопических аспектов изменчивости сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в сухих, свежих и влажных биотопах Европейской территории России, а также определение наиболее значимых для характера индивидуальной изменчивости факторов среды.

Материалы и методы

Распространенной практикой является использование отклонений измеренных значений линейных годовых приростов от ожидаемых прогностических усредненных значений в качестве показателей, характеризующих степень

изменчивости выбранной для анализа породы [1, 4–6]. Зависимость параметров роста деревьев от биотопических факторов обуславливает внутривидовую дифференциацию и позволяет выделять экорегионы в пределах ареалов видов деревьев. Так, например, феногеографические обобщения лежат в основе региональных таблиц хода роста, отражающих динамику таксационных показателей древостоев в процессе их развития [7]. При этом амплитуда и направленность годовых отклонений от хода роста обуславливаются в значительной степени абиотическими факторами [8].

Сосна обыкновенная, являясь одной из основных лесообразующих пород территории России, представляет собой информативный объект для исследований откликов древостоев на флуктуации параметров среды обитания. Ареал ее на территории России практически совпадает с границами лесной зоны [9]. Этот эврибионтный вид занимает территории с различными условиями увлажнения, температурными режимами, почвенным покровом. Вследствие фенотипических, а иногда и некоторых генотипических различий для подвидов сосны обыкновенной выделяются ее климатипы и эдафотипы с характерными для них параметрами хода роста и его изменчивости [2].

Исследования проводились с 2002 по 2013 год на трех особо охраняемых природных территориях севера Европейской территории России — в Кандалакшском государственном природном

биосферном заповеднике (остров Великий, 66°34' N, 33°20' E), Государственном природном заповеднике «Кивач» (62°16' N, 33°58' E), Комплексном заказнике «Полярный круг» (мыс Киндо, 66°34' N, 33°08' E), а также в Волжско-Камском государственном природном заповеднике (55°18' 10" N, 49°17'10" E), расположенном в республике Татарстан.

Кандалакшский государственный природный биосферный заповедник (остров Великий) и Комплексный заказник «Полярный круг» (мыс Киндо) расположены на побережье Кандалакшского залива Белого моря. Эти ООПТ разделены проливом Великая Салма. В системе геоботанического районирования данные территории относятся к Кольско-Карельской подпровинции Североевропейской таежной провинции. Основная лесообразующая порода этого района — сосна, и сосняки занимают 80 % площади. На болотных торфяных грядах отмечены древостои сосны болотной, заболоченные плоские участки заняты сосняком багульниковым с напочвенным покровом из сфагновых мхов. На более дренированных, полого-наклонных местах располагаются сосняки черничные с зелеными мхами в нижнем ярусе. Верхние части склонов с каменистыми или песчаными почвами, ощущающими недостаток влаги, заняты сосняками брусничными. Вершины «китовых спин» обычно заняты разреженными лишайниковыми сосняками. Болота, занимающие значительную часть территории, занимают ложбины стока, приозерные понижения, плоские террасы и нижние части склонов гряд. Торфяные гряды покрыты сфагновыми мхами, а возвышенные места — растениями, свойственными верховым болотам [10, 11].

Флора Государственного природного заповедника «Кивач» имеет таежный облик с элементами бореального, гипоарктического, неморального и арктоальпийского флорогенетических комплексов. Наибольшие высоты (до 200 м) занимают урочища сельгового комплекса, для которого характерно преобладание сосны на выходах коренных пород. Вниз по склону, по мере увеличения мощности почвенного слоя сосняки лишайниковые сменяются зеленомошными брусничными, затем разнотравно-черничными зеленомошными, а у подножия склонов — сложными сосняками с развитым пологом ели, с кислицей, папоротниками, сибирскими и неморальными элементами. В лощинах, где осины, березы и ели проникают под полог сосны, формируются сложные сосняки. Болота занимают около 7 % заповедной территории, большинство из них — олиготрофные и эвтрофно-мезотрофные. На верховых болотах преобладают багульниковые и багульниково-касандровые сосняки с карликовой березой [12, 13].

В Волжско-Камском заповеднике сочетаются формации трех лесных зон Европейской части России — южной тайги, смешанных и широколиственных лесов. В лесах преобладает сосна (68 % лесной площади). На песчаных и супесчаных оподзоленных почвах растут сосняки лишайниковые, брусничные, черничные, кисличные, липовые, костянично-снытевые и пролесниковые. Наиболее возвышенная южная часть Раифского массива занята смешанными елово-широколиственными лесами на суглинках и супесях. Болота Раифского участка довольно разнообразны: от низинных с ассоциациями камышей и осок до сфагновых в понижениях микрорельефа, для которых характерны багульник болотный, вереск, подбел, клюква [14].

Для всех указанных территорий характерно наличие сухих, свежих и влажных биотопов, в которых произрастает сосна — объект измерения. При этом фитокомплексы первых трех ООПТ обладают очевидным сходством, что объясняется их географической близостью и сходством климатических условий — Кандалакшский заповедник, заказник «Полярный круг» и заповедник «Кивач» расположены в области атлантического и арктического влияния [15], характеризуемой избыточной влажностью и таежным характером растительности. В отличие от указанных выше ООПТ, Волжско-Камский заповедник находится в области атлантического и континентального влияния, для которой типична растительность от южнотаежной до лесостепной [15]. Здесь условия произрастания даже в типологически сходных с такими на севере биотопах отличаются в силу эдафических и климатических особенностей местности.

Географическая близость трех расположенных на севере ООПТ и отличие их месторасположения от местонахождения Волжско-Камского заповедника дает возможность оценить параметры изменчивости в разных биотопах в пределах одной географической и климатической (по Алисову [15]) зоны, а также в типологически сходных биотопах, расположенных в разных географических и климатических зонах. Таким образом, индивидуальная изменчивость сосны изучаемых экосистем рассматривается в ее биотопическом и климатическом аспектах.

Методика исследования

Объектом измерений служил подрост сосны, изучалась годовая изменчивость индексированных рядов линейных приростов стволиков. Показателем изменчивости в данном исследовании являлись коэффициенты вариации рядов индексов прироста. Ряды индексов приростов были получены путем деления абсолютных значений

приростов каждого года на скользящее среднее по 5 годам. Полученные с помощью указанной процедуры значения осреднялись по пробным площадям.

Предметом измерений являлась сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. Линейный прирост измерялся у подроста высотой не ниже 1 м и не выше 2,5 м [16, 17]. В рассматриваемых рядах удален возрастной тренд, исследовались только годовичные отклонения от хода роста.

Анализ зависимостей рядов индексов линейных и кольцевых приростов от многолетних рядов метеорологических аномалий проводился путем корреляционного анализа; изменчивость параметров приростов оценивалась путем вариационного анализа [18]. Массивы метеорологических данных (месячные суммы осадков вегетационных сезонов) были любезно предоставлены профессором Г.В. Груза, заведующим отделом мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Для статистического анализа использовались пакеты Excel и SPSS.

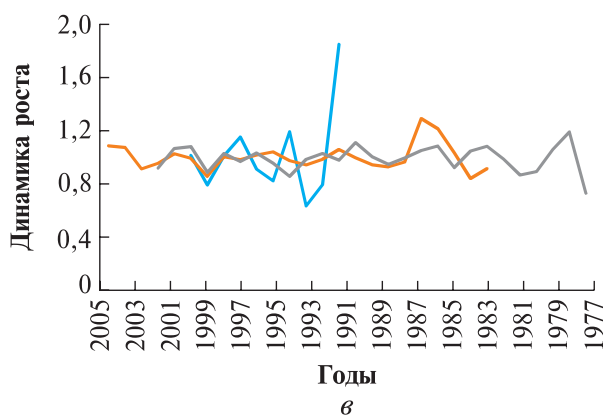
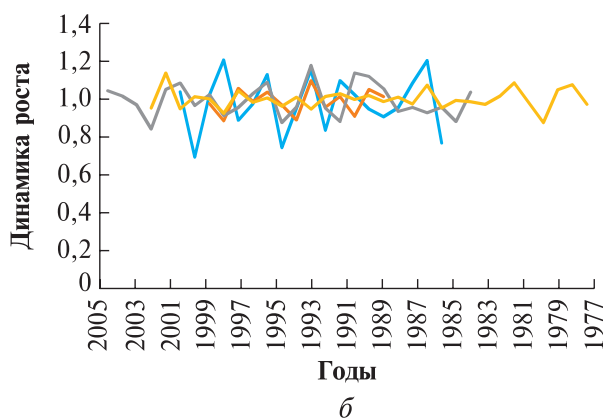
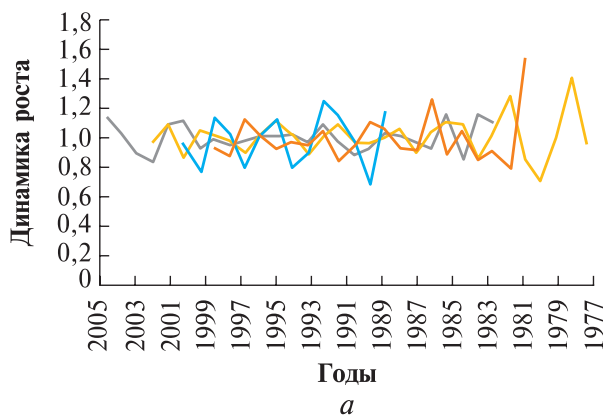
Результаты и обсуждение

Предварительный анализ данных заключался в вычислении среднего значения и среднеквадратического отклонения рядов коэффициентов вариации для каждой ООПТ. В табл. 1 представлены результаты вычисления этих величин для массивов данных по всем ООПТ за все годы измерений.

Графически динамика изменчивости приростов для рассматриваемых ООПТ за период измерений с 1977 по 2005 год представлена на рисунке.

Из табл. 1 и рисунка видно, что средние значения годового прироста практически одинаковы для всех ООПТ, а данные, представленные графически, колеблются около одних и тех же значений. Однако размах вариации данных различается, что подтверждается значимой разницей среднеквадратических отклонений между отдельными заповедниками. При этом больший разброс показателей характерен для Волжско-Камского заповедника, в то время как по северным заповедникам среднеквадратические отклонения годового прироста сходны.

Для более глубокого анализа данных использовались статистические критерии. Так как разница между параметрами изменчивости древостоев сосны разных ООПТ предположительно может быть заключена не в средних значениях, а в вариации показателей, в дальнейшем будем использовать тест Левена на равенство дисперсий и непараметрический критерий серий Вальда-Вольфовица. Тест Левена проверяет гипотезу о равенстве дисперсий в двух независимых выборках. Непараметрический критерий серий



- Волжско-Камский заповедник
- Кандалакшский заповедник
- Заказник «Полярный круг»
- Заповедник «Кивач»

Динамика коэффициентов вариации линейного прироста сосны в сухих (а), свежих (б) и влажных (в) биотопах исследуемых ООПТ
Variation dynamics coefficients of linear growth of pine in dry (a), fresh (b) and wet (v) biotopes in the protected areas

Вальда–Вольфовица проверяет гипотезу о том, что две независимые выборки извлечены из двух генеральных совокупностей, которые существенно различаются между собой, иными словами, различаются не только средними значениями, но также формой распределения [18].

Т а б л и ц а 1

Средние значения и среднеквадратические отклонения рядов коэффициентов вариации для древостоев изучаемых ООПТ за весь период измерений
Average values and mean-square deviations of variation coefficients of forest stands instudied protected areas for the entire measurement period

ООПТ	Сухие биотопы		Свежие биотопы		Влажные биотопы	
	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение
Волжско-Камский заповедник	0,978	0,174	0,979	0,151	1,014	0,341
Кандалакшский заповедник	0,992	0,163	0,986	0,066	X	X
Заказник «Полярный круг»	0,999	0,090	0,992	0,087	0,999	0,100
Заповедник «Кивач»	1,004	0,132	0,999	0,052	0,988	0,096

Примечание. X означает, что в Кандалакшском заповеднике не были обследованы влажные биотопы, так как местность в данном районе гористая, с преобладанием сухих и свежих местообитаний.

Результаты попарных сравнений древостоев сосны разных ООПТ с помощью данных тестов представлены в табл. 2 и 3. Значение, меньшее 0,05, говорит о том, что нулевая гипотеза о равенстве дисперсий или об идентичности выборок отвергается на уровне значимости $\alpha = 0,05$, и, соответственно, различия между выборками статистически значимы. Подобные значения в таблицах выделены.

Как видно из табл. 2 и 3, наибольшее количество статистически значимых различий в дисперсиях и особенностях выборки было выявлено при сравнении древостоев сосны Волжско-Камского заповедника с аналогичными популяциями трех северных ООПТ. В то же время показатели изменчивости заповедника «Кивач», заказника «Полярный круг» и Кандалакшского заповедника по особенностям вариации данных практически не различаются. Исключение составляют древостои, произрастающие в свежих биотопах заказника «Полярный круг» и заповедника «Кивач».

В литературе неоднократно отмечалось, что изменчивость прироста растений содержит сильный климатический отклик, при этом ведущую роль в формировании древостоев целый ряд авторов отдавал количеству осадков [9, 19, 20]. Обнаружено, что лимитирующим фактором для прироста сосны может являться количество выпавших осадков за вегетационный период, а также за вегетационный период предыдущего года, что особенно характерно для болотных, переувлажненных фитоценозов [1, 20–22]. Например, для территорий от Полярного Урала до Чукотки до 30 % изменчивости хвойных пород объясняется воздействием осадков осенне-зимнего, зимне-весеннего и летнего периодов [23]. Данный вывод совпадает с результатами предыдущих исследований [16].

Значимое отличие характера изменчивости древостоев сосны Волжско-Камского заповедника от изменчивости аналогичных популяций трех северных ООПТ, по мнению авторов, во многом

объясняется различными климатическими условиями местообитаний. Если заповедник «Кивач», заказник «Полярный круг», Кандалакшский заповедник расположены в области атлантического и арктического влияния с избыточной влажностью и таежной растительностью, то Волжско-Камский заповедник относится к области атлантического и континентального влияния с растительностью от южнотаежной до лесостепной [15]. Очевидно, условия произрастания сосны в Татарстане отличаются от таких на севере Европейской территории РФ по степени увлажнения, которая зависит как от эдафических факторов, так и от количества осадков. Следовательно, вариабельность приростов сосны этих ООПТ обусловлена различием количества осадков.

Проверить данное утверждение можно, проведя корреляционный анализ рядов индексов приростов сосны четырех исследуемых ООПТ и рядов аномалий месячных сумм осадков текущего и предыдущего вегетационных сезонов. Вовлечение в анализ сумм осадков предшествующего года необходимо, поскольку для прироста текущего года важны размер и качество почки, заложенной в предыдущем году, а также количество хвои прошлых лет, осуществляющей донорские функции по отношению к рассматриваемому побегу [16, 24–26]. Результаты корреляционного анализа рядов индексов приростов сосны исследуемых территорий для уровня достоверности 90 % представлены в табл. 4.

Как следует из табл. 4, в отличие от северных популяций сосны древостои Татарстана во всех биотопах показывают значимые отклики на аномалии количества осадков практически на протяжении всего вегетационного периода как текущего, так и предыдущего годов. При этом значения коэффициентов корреляций в Волжско-Камском заповеднике выше, чем на северных ООПТ, достигая высокого для биологических объектов уровня 0,82.

Т а б л и ц а 2

**Сравнение показателей изменчивости древостоев
исследуемых ООПТ по тесту Левена**

Comparison of variability parameters for studied forest stands at protected areas by Levene test

ООПТ	Прирост			
	Волжско-Камский заповедник	Кандалакшский заповедник	Заказник «Полярный круг»	Заповедник «Кивач»
<i>Сухие биотопы</i>				
Волжско-Камский заповедник	–	0,402	0,002	0,074
Кандалакшский заповедник	0,402	–	0,097	0,413
Заказник «Полярный круг»	0,002	0,097	–	0,394
Заповедник «Кивач»	0,074	0,413	0,394	–
<i>Свежие биотопы</i>				
Волжско-Камский заповедник	–	0,013	0,021	0,000
Кандалакшский заповедник	0,013	–	0,178	0,210
Заказник «Полярный круг»	0,021	0,178	–	0,002
Заповедник «Кивач»	0,000	0,210	0,002	–
<i>Влажные биотопы</i>				
Волжско-Камский заповедник	–	X	0,005	0,003
Кандалакшский заповедник	X	–	X	X
Заказник «Полярный круг»	0,005	X	–	0,829
Заповедник «Кивач»	0,003	X	0,829	–

Т а б л и ц а 3

**Сравнение показателей изменчивости древостоев исследуемых ООПТ
по критерию Вальда–Вольфовица**

Comparison of variability parameters for studied forest stands at protected areas by Wald-Wolfowitz criterion

ООПТ	Прирост			
	Волжско-Камский заповедник	Кандалакшский заповедник	Заказник «Полярный круг»	Заповедник «Кивач»
<i>Сухие биотопы</i>				
Волжско-Камский заповедник	–	0,119	0,096	0,002
Кандалакшский заповедник	0,119	–	0,647	0,345
Заказник «Полярный круг»	0,096	0,647	–	0,760
Заповедник «Кивач»	0,002	0,345	0,760	–
<i>Свежие биотопы</i>				
Волжско-Камский заповедник	–	0,654	0,500	0,140
Кандалакшский заповедник	0,654	–	0,380	0,500
Заказник «Полярный круг»	0,500	0,380	–	0,269
Заповедник «Кивач»	0,140	0,500	0,269	–
<i>Влажные биотопы</i>				
Волжско-Камский заповедник	–	X	0,009	0,041
Кандалакшский заповедник	X	–	X	X
Заказник «Полярный круг»	0,009	X	–	0,997
Заповедник «Кивач»	0,041	X	0,997	–

Т а б л и ц а 4

Значимые коэффициенты корреляции рядов индексов приростов и аномалий сумм осадков для текущего (Pt) и предыдущего (Ps) вегетационных сезонов
Significant correlation coefficients for the series of growth indexes and precipitation anomalies for the present (Pt) and previous (Ps) growing seasons

ООПТ	Сухие биотопы	Свежие биотопы	Влажные биотопы
Волжско-Камский заповедник	0,41 (май, Pt) 0,75 (июнь, Ps) 0,53 (сентябрь, Ps)	0,69 (май, Pt) – 0,34 (июль, Pt) – 0,36 (август, Pt) – 0,45 (май, Ps) 0,82 (июнь, Ps) 0,65 (сентябрь, Ps)	– 0,51 (июль, Pt) – 0,33 (май, Ps) 0,84 (июнь, Ps) 0,71 (сентябрь, Ps)
Кандалакшский заповедник	0,34 (май, Ps)	– 0,34 (июль, Ps)	–
Заказник «Полярный круг»	– 0,36 (июль, Ps)	– 0,37 (июнь, Pt) – 0,37 (июль, Pt)	– 0,44 (май, Ps) – 0,33 (июнь, Ps)
Заповедник «Кивач»	0,31 (июль, Ps)	0,33 (июль, Ps)	– 0,47 (июнь, Ps) – 0,53 (июль, Ps)

Сухие биотопы четырех ООПТ характеризуются положительными корреляциями рядов индексов приростов с аномалиями сумм осадков. Исключение составляют сосняки заказника «Полярный круг», что, по мнению авторов, объясняется вымыванием питательных веществ из почвенного субстрата поверхностным стоком по «китовым лбам» на стадии формирования почек возобновления. Очевидно, и на севере Европейской территории РФ, и в Татарстане растительность сухих биотопов испытывает недостаток влаги, восполняемый атмосферными осадками.

Для свежих биотопов характерно разнообразие откликов приростов на воздействие осадков, что объясняется, по мнению авторов, мозаичностью и пестротой этих местообитаний: в каких-то биотопах из-за локальных эдафических условий наблюдается водный стресс, в иных — дефицит воды. Обращает на себя внимание несходство реакции древостоев заповедника «Кивач» с такими двух других северных ООПТ. Вероятно, эдафические условия Кандалакшского заповедника и заказника «Полярный круг» характеризуются большим влагозапасом, доступным для сосняков. Данное предположение отчасти подтверждается результатами оценки вариабельности приростов, приведенной в табл. 2 и 3. Однако подтверждение этого довода требует дальнейших детальных исследований.

Влажные биотопы северных ООПТ характеризуются значимыми отрицательными зависимостями отклонений от тренда приростов и аномалий количества осадков. Очевидно, во всех этих переувлажненных местообитаниях осадки приводят к водному стрессу и снижению темпов роста междуузлий, а также ухудшению качества закладывающихся почек возобновления. Иная картина наблюдается в Волжско-Камском запо-

веднике, для которого получены значимые как отрицательные, так и положительные аналогичные зависимости. На юге своего ареала сосна даже в болотных биотопах испытывает дефицит влаги, что снижает качество формируемой в предыдущем сезоне почки возобновления и лимитирует рост междуузлий в текущем сезоне.

Выводы

Проведенные исследования выявили высокую степень изменчивости размеров междуузлий стволиков подроста сосны Волжско-Камского заповедника в сравнении с сосняками Кандалакшского заповедника, заказника «Полярный круг» и заповедника «Кивач». Кроме того, для древостоев Татарстана обнаружены высокие показатели зависимостей параметров приростов от месячных сумм осадков практически для всех месяцев предыдущего и текущего вегетационных сезонов. В то же время на северных ООПТ подобных корреляций не зарегистрировано. Сосняки Волжско-Камского заповедника произрастают на южной границе ареала вида на песчаных почвах при недостатке влаги. Пессимальность условий среды для *Pinus sylvestris* L. подтверждается наблюдаемым здесь затрудненным возобновлением сосны и малым относительно других территорий количеством подроста. Лимитирующим фактором для сосняков Волжско-Камского заповедника являются осадки, в то время как условия местообитаний по этому признаку на севере Европейской территории РФ являются оптимальными.

Работа выполнена в рамках темы ГЗ № 0148-2019-0009 «Изменения климата и их последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России»

Список литературы

- [1] Радиальный прирост сосны в сфагновых сосняках лесной зоны России и глобальные факторы среды / Н.В. Ловелиус, К.Н. Дьяконов, С.Б. Пальчиков, А.Ю. Ретеюм, Д.Е. Румянцев, В.А. Липаткин, А.В. Черраков // *Общество. Среда. Развитие (Terra Humana)*, 2013. № 4 (29). С. 251–259.
- [2] Митрякина А.М. Использование показателей климата и солнечной активности при проведении дендроклиматических исследований // *Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология*, 2005. № 2. С. 13–19.
- [3] Романовский М.Г., Коровин В.В., Румянцев Д.Е. Формирование годичного кольца древесины и дыхание ствола у сосны и дуба // *Вестник МГУЛ–Лесной вестник*, 2009. № 1 (64). С. 34–39.
- [4] Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Ленинград: Наука, Ленинградское отделение, 1979. 232 с.
- [5] Румянцев Д.Е. Дендрохронологические экспертизы в лесном хозяйстве // *Инноватика и экспертиза: научные труды*, 2017. № 2 (20). С. 111–114.
- [6] Шигапова А.И., Шигапов З.Х. Генетическое разнообразие популяций сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. // *Вестник Оренбургского государственного университета*, 2009. № 6. С. 445–447.
- [7] Швиденко А.З., Щепашенко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород северной Евразии. Федеральное агентство лесного хозяйства Международный институт прикладного системного анализа (нормативно-справочные материалы). М.: [б. и.], 2008. 886 с.
- [8] Ваганов Е.А., Шашкин А.В. Рост и структура годичных колец хвойных. Новосибирск: Наука, 2000. 232 с.
- [9] Рысин Л.П., Савельева Л.И. Сосновые леса России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 289 с.
- [10] Беломорская биологическая станция им. Н.А. Перцова. БС МГУ, 2000–2013. Загл. с экрана. URL: <http://wsbs-msu.ru> (дата обращения 02.08.2017).
- [11] ООПТ России. Загл. с экрана. URL: <http://oopt.info/index.php?oopt=574> (дата обращения 29.09.2017).
- [12] Государственный заповедник Кивач, 2012. Загл. с экрана. URL: <http://www.zapktivach.ru> (дата обращения 18.11.2017).
- [13] Особо охраняемые территории Российской Федерации. Минприроды Российской Федерации, 2011. Загл. с экрана. URL: <http://astrakhan.zapoved.ru> (дата обращения 14.06.2017).
- [14] ООПТ России. Загл. с экрана. URL: <http://oopt.info/index.php?oopt=773> (дата обращения 26.10.2017).
- [15] Алисов Б.П. Климат СССР. М.: МГУ, 1956. 128 с.
- [16] Kukhta A.E., Pozdnyakova E.A., Volkov A.A. Effects of temperature and precipitation on the annual height increment of Scots pine on the Kandalaksha gulf coast // *Mezhdunarodnyi naučno-issledovatel'skij žurnal*, 2013, no. 11 (18), part 1, pp. 52–57.
- [17] Кухта А.Е. Линейный прирост деревьев как индикатор состояния среды // *Сибирский экологический журнал*, 2003. № 6. С. 767–771.
- [18] Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 1983. 415 с.
- [19] Новикова Т.Н., Милютин Л.И. Анализ устойчивости и роста сибирских и дальневосточных климатипов сосны в географических культурах в Красноярском крае (Южная лесостепь) // *Вестник КрасГАУ*, 2010. № 11. С. 100–104.
- [20] Хромов С.П., Мамонтова С.П. Метеорологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 569 с.
- [21] Гиляров М.С. Биологический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1986. 893 с.
- [22] Новикова Т.Н. Линейный прирост и дифференциация сибирских климатипов сосны в географических культурах в Западном Забайкалье // *Хвойные бореальные зоны*, 2010. Т. 27. № 1–2. С. 143–146.
- [23] Галдина Т.Е., Романова М.М., Ситников К.С. Географические культуры — инструмент сохранения биоразнообразия сосны обыкновенной в условиях центральной лесостепи // *Лесотехнический журнал*, 2012. № 1. С. 85–95.
- [24] Цельникер Ю.Л., Малкина И.С., Завельская Н.А. Географические аспекты фотосинтеза у лесных деревьев России // *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*, 2002. Т. 18. С. 81–109.
- [25] Gavrikov V.L., Karlin I.V. A dynamic model of tree terminal growth // *Can. J. For. res.*, 1993, v. 23, pp. 326–329.
- [26] Kozłowski T.T., Pallardy S.G. Growth Control in Woody Plants. New York, San Francisco: Academic Press, 1997, 644 p.

Сведения об авторах

Позднякова Екатерина Александровна — заведующая отделом ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, anna_koukhta@mail.ru

Волкова Галина Леонидовна — стажер-исследователь, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», anna_koukhta@mail.ru

Кухта Анна Евгеньевна — и.о. заведующей лабораторией ФГБУН «ИГ РАН», ведущий научный сотрудник ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», anna_koukhta@mail.ru

Поступила в редакцию 20.12.2018

Принята к публикации 25.01.2019.

VARIABILITY OF SCOTCH PINE LINEAR INCREMENT IN DIFFERENT TYPES OF BIOTOPES IN THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

E.A. Pozdnyakova¹, G.L. Volkova², A.E. Koukhta^{3, 1}

¹Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, 20b, Glebovskaya st., Moscow, 107258, Russia

²National Research University Higher School of Economics, 20, Myasnitskaya st., Moscow, 101000, Russia

³Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 29, Staromonetnyi pereulok, Moscow, 119017, Russia

anna_koukhta@mail.ru

The variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) linear increment in dry, fresh and humid biotopes in Kandalaksha State nature biosphere reserve, in the State natural reserve «Kivach», in the «Polar Circle» natural area, and in the Volga-Kama state natural reserve was estimated. The variation coefficients of increment indices ranges were considered as variability descriptors. In estimating the methods of correlation and dispersion analysis as well as distribution comparison by means of Leven and Wald-Wolfowitz criteria were used. A high variability rate of undergrowth linear increment in the Volga-Kama state reserve in comparison with pine stands of the three Northern protected areas was identified. The descriptors of increment parameters dependence on monthly precipitation sums in Tatarstan exceeded this figure on other territories under investigation. A conclusion about the limiting function of precipitation for Volga-Kama reserve pine stands and about the moisture availability leading role in increment variability forming is made.

Keywords: increment, variability, forest stands, scots pine, biotopes

Suggested citation: Pozdnyakova E.A., Volkova G.L., Koukhta A.E. *Izmenchivost' lineynogo prirosta sosny obyknovennoy v razlichnykh tipakh biotopov evropeyskoy territorii Rossii* [Variability of scotch pine linear increment in different types of biotopes in the European part of Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 61–69. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-61-69

References

- [1] Lovelius N.V., D'yakonov K.N., Pal'chikov S.B., Reteyum A.Yu., Rummyantsev D.E., Lipatkin V.A., Cherakshv A.V. *Radial'nyy prirost sosny v sfagnovykh sosnyakakh lesnoy zony Rossii i global'nye faktory sredi* [Radial growth of Scots pine in sphagnum pine forest zone of Russia and global environmental factors]. *Obschestvo. Sreda. Razvitiye (Terra Humana)*. [Society. Environment. Development [Terra Humana], 2013, no. 4 (29), pp. 251–259.
- [2] Mitryakina A.M. *Ispol'zovanie pokazateley klimata i solnechnoy aktivnosti pri provedenii dendroklimaticheskikh issledovaniy* [The use of indicators of climate and solar activity for conducting dendroclimatic studies]. *Vestnik VGU. Ser. Geografiya. Geoekologiya*, 2005, no. 2, pp. 13–19.
- [3] Romanovskiy M.G., Korovin V.V., Rummyantsev D.E. *Formirovaniye godichnogo kol'tsa drevesiny i dykhanie stvola u sosny i duba* [The formation of annual rings of wood and the breath of the trunk of pine and oak]. *Moscow state forest university bulletin—Lesnoy vestnik*, 2009, no. 1 (64), pp. 34–39.
- [4] Lovelius N.V. *Izmenchivost' prirosta derev'ev* [The variability of the tree growth]. Leningrad: Nauka, Leningradskoe otdeleniye, 1979, 232 p.
- [5] Rummyantsev D.E. *Dendrokronologicheskie ekspertizy v lesnom khozyaystve* [Dendrochronological expertise in forestry]. *Innovatika i ekspertiza: nauchnye trudy* [Innovation and Expertise: Scientific Works], 2017, no. 2 (20), pp. 111–114.
- [6] Shigapova A.I., Shigapov Z.Kh. *Geneticheskoe raznoobrazie populyatsiy sosny obyknovennoy Pinus sylvestris L.* [Genetic diversity of populations of Scots pine *Pinus sylvestris* L.]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 6, pp. 445–447.
- [7] Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nil'sson S., Buluy Yu.I. *Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod severnoy Evrazii. Federal'noe agentstvo lesnogo khozyaystva Mezhdunarodnyy institut prikladnogo sistemnogo analiza (normativno-spravochnye materialy)* [Tables and models the progress of the growth and productivity of plantations main forest-forming species of Northern Eurasia. Federal forestry Agency international Institute for applied systems analysis (standard reference material)]. Moscow, 2008, 886 p.
- [8] Vaganov E.A., Shashkin A.V. *Rost i struktura godichnykh kolets khvoynykh* [Growth and structure of coniferous annual rings]. Novosibirsk: Nauka, 2000, 232 p.
- [9] Rysin L.P., Savel'eva L.I. *Sosnovye lesa Rossii* [Pine forests of Russia]. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2008, 289 p.
- [10] *Belomorskaya biologicheskaya stantsiya im. N.A. Pertsova* [Nikolai Pertsov White Sea Biological Station], 2000–2013. Available at: <http://wsbs-msu.ru/> (accessed 02.08.2017).
- [11] OOPT Rossii [Russian EPAs]. Available at: <http://oopt.info/index.php?oopt=574> (accessed 29.09.2017).
- [12] *Gosudarstvennyy zapovednik Kivach* [State reserve Kivach], 2012. Available at: <http://www.zapkivach.ru/> (accessed 18.11.2017).
- [13] *Osobo okhranyaemye territorii Rossiyskoy Federatsii* [Especially protected areas of Russian Federation]. Minprirody Rossiyskoy Federatsii [The Ministry of Natural Resources of the Russian Federation], 2011. Available at: <http://astrakhan.zapoved.ru> (accessed 14.06.2017).
- [14] OOPT Rossii [Russian EPAs]. Available at: <http://oopt.info/index.php?oopt=773> (accessed 26.10.2017).
- [15] Alisov B.P. *Klimat SSSR* [The climate of the USSR]. Moscow: MGU, 1956, 128 p.
- [16] Koukhta A.E., Pozdnyakova E.A., Volkov A.A. Effects of temperature and precipitation on the annual height increment of Scots pine on the Kandalaksha gulf coast. *Mezhdunarodnyi naučno-issledovatel'skiy zhurnal*, 2013, no. 11 (18), part 1, pp. 52–57.
- [17] Koukhta A.E. *Lineynyy prirost derev'ev kak indikator sostoyaniya sredi* [Linear growth of trees as an indicator of the state of the environment]. *Sibirskiy ekologicheskii zhurnal*, 2003, no. 6, pp. 767–771.

- [18] Bol'shev L.N., Smirnov N.V. *Tablitsy matematicheskoy statistiki* [Tables of mathematical statistics]. Moscow: Nauka, 1983, 415 p.
- [19] Novikova T.N., Milyutin L.I. *Analiz ustoychivosti i rosta sibirskikh i dal'nevostochnykh klimatipov sosny v geograficheskikh kul'turakh v Krasnoyarskom krae (Yuzhnaya lesostep')* [The analysis of the stability and growth of the Siberian and far Eastern climatypes of pine in geographical cultures in Krasnoyarsk region (southern forest-steppe)]. *Vestnik KrasGAU*, 2010, no. 11, pp. 100–104.
- [20] Khromov S.P., Mamontova S.P. *Meteorologicheskii slovar'* [Meteorological dictionary]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974, 569 p.
- [21] Gilyarov M.S. *Biologicheskii entsiklopedicheskii slovar'* [Biological encyclopedic dictionary]. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya, 1986, 893 p.
- [22] Novikova T.N. *Lineynyy prirost i differentsiatsiya sibirskikh klimatipov sosny v geograficheskikh kul'turakh v Zapadnom Zabaykal'e* [Linear growth and differentiation of the Siberian climatypes of pine in geographical cultures in Western Transbaikalia]. *Khvoynye boreal'nye zony*, 2010, vol. 27, no. 1–2, pp. 143–146.
- [23] Galdina T.E., Romanova M.M., Sitnikov K.S. *Geograficheskie kul'tury — instrument sokhraneniya bioraznoobraziya sosny obyknovennoy v usloviyakh tsentral'noy lesostepi* [Geographic cultures as a tool of preserving the biodiversity of *Pinus sylvestris* in the Tsentral forest-steppe]. *Lesotekhnicheskii zhurnal*, 2012, no. 1, pp. 85–95.
- [24] Tsel'niker Yu.L., Malkina I.S., Zavel'skaya N.A. *Geograficheskie aspekty fotosinteza u lesnykh derev'ev Rossii* [Geographical aspects of photosynthesis of forest trees of Russia]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of ecological monitoring and ecosystem modeling]. Gidrometeoizdat, 2002, v. 18, pp. 81–109.
- [25] Gavrikov V.L., Karlin I.V. A dynamic model of tree terminal growth. *Can. J. For. res.*, 1993, v. 23, pp. 326–329.
- [26] Kozlowski T.T., Pallardy S.G. *Growth Control in Woody Plants*. New York, San Francisco: Academic Press, 1997, 644 p.

Authors' information

Pozdnyakova Ekaterina Alexandrovna — Head of Department, Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, anna_koukhta@mail.ru

Volkova Galina Leonidovna — Researcher-trainee, National Research University Higher School of Economics, anna_koukhta@mail.ru

Koukhta Anna Eugen'evna — Head of laboratory, Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, anna_koukhta@mail.ru

Received 20.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ, УСТОЙЧИВОГО К ВОЗДЕЙСТВИЮ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Д.Е. Румянцев¹, Л.В. Стоноженко², Е.В. Найденова¹

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

²Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства (ФАУ ДПО ВИПКЛХ), 141202, Московская область, Пушкинский район, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 17

dendro15@list.ru

Рассматривается изменчивость радиального прироста деревьев в зависимости от воздействия климатических факторов. Проанализированы хронологии учетных деревьев ели европейской *Picea abies* (L.) Karst. в древостоях разного породного состава. Проведен анализ специфики влияния климатических факторов на радиальный прирост ели в зависимости от состава фитоценоза. Выполнен корреляционный анализ сопряженности колебаний радиального прироста и колебаний метеопараметров текущего и прошлого года. Рассчитано уравнение линейной регрессии, моделирующее колебания индексов прироста ели в древостое с преобладанием березы по составу, в зависимости от климатических факторов. Отмечена наибольшая метеочувствительность ели при ее участии в составе мелколиственных древостоев. Выявлено, что наименьшая метеочувствительность ели наблюдается в древостоях с преобладанием липы. Рекомендовано создание липово-еловых насаждений в условиях Московской области как способ повышения засухоустойчивости ели.

Ключевые слова: радиальный прирост, ель, дендрохронология, породный состав, межвидовая конкуренция

Ссылка для цитирования: Румянцев Д.Е., Стоноженко Л.В., Найденова Е.В. Теоретические основы для определения оптимального состава древостоя, устойчивого к воздействию климатических факторов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 70–77. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-70-77

Леса Московской области во второй половине прошлого века постепенно утрачивали свое назначение как источника сырья для удовлетворения потребностей населения в деловой и дровяной (для нужд отопления) древесине. Постепенно на первый план выходило использование лесов в целях рекреации, а также защитных функций Подмосковных лесов. Однако в лесном хозяйстве при смене целей и задач ведения лесного хозяйства встает проблема длительности выращивания лесов. Соответственно этому, насаждения, создаваемые всего несколько десятилетий назад, оптимизировались по породному составу для получения высокотоварной древесины. Логично, что удачным лесовосстановлением считалось, когда в результате получался чистый по породному составу (или близкий к тому) древостой.

В настоящее время возраст спелости хвойных лесов Московской области установлен на уровне 101 года, что при сложившейся системе лесоустройства и лесопользования фактически 110 лет, а при нерегулярном проведении лесоустройства достигает 120 лет и выше. При этом основным значимым аспектом является то, что леса создавались и формировались под задачи получения товарной древесины. В соответствии с чем, они имеют монопородный или близкий к этому породный состав. Очевидно, что различные породы деревьев в одних и тех же условиях или под воздействием различных факторов биотического, абиотического, а также

антропогенного происхождения могут находиться в разном состоянии. Это вызвано различной устойчивостью разных растений к внешнему воздействию. Отсюда следует, что смешанные древостои должны лучше адаптироваться к воздействию внешней среды. Основная задача при этом состоит в правильном подборе пород и обосновании рекомендаций по доле их участия в составе формируемых насаждений.

Подбор пород для формирования состава будущего древостоя должен учитывать множество факторов: скорость роста, требовательность к плодородию почвы, теневыносливость, засухоустойчивость и др. При проведении исследования важно определиться с показателем, который являлся бы надежным индикатором изменения состояния деревьев под воздействием тех или иных климатических факторов. Радиальный прирост деревьев в той или иной степени может служить показателем состояния дерева. Прогноз состояния деревьев ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) и еловых древостоев в целом из-за катастрофических последствий засух 2002 и 2010 годов и последовавших за ними инвазий короеда типографа (*Ips typographus* L.) в настоящее время чрезвычайно актуален [1, 2]. В практическом аспекте особый интерес представляет оптимизация состава древостоя по критерию реакции на воздействие климатических факторов [3–6].

Изменчивость радиального прироста деревьев под действием климатических факторов пред-

ставляет собой отклик, характер которого при одном и том же количественном выражении действия фактора может отличаться в зависимости от физиологического состояния организма растения. Разное физиологическое состояние организма растения может быть обусловлено, помимо генетических свойств и возраста, орографическими и (или) эдафическими условиями, также и социологическим статусом [7, 8].

Цель работы

Изучение изменений в физиологическом состоянии растений в зависимости от их социологического статуса является сложной задачей в первую очередь потому, что решается она лишь на объектах, находящихся в условиях экосистемы, но не в лаборатории. Особую важность, по мнению авторов статьи, имеет решение вопроса о влиянии состава древостоя на особенности кратковременных колебаний радиального прироста. В работах В.Г. Карпова [9] отмечено, что «после исследований А.П. Шенникова и Г. Элленберга [10] не приходится сомневаться в том, что любые особи и виды совсем по-иному реагируют на один и тот же фактор среды в сообществе и вне его или в условиях минимальной конкуренции с другими растениями». Из вышеизложенного следует, что кратковременная изменчивость радиального прироста будет отличаться в различных по составу древостоях, в которых находятся деревья определенной породы, выбранные в качестве учетных. Для проверки данной гипотезы в качестве опытных объектов были взяты насаждения Щелковского учебно-опытного лесхоза: чистые еловые (10 единиц в

составе), с преобладанием ели (7 единиц в составе), с преобладанием осины (5 единиц в составе), с преобладанием березы (7 единиц в составе), с преобладанием сосны (5 единиц в составе), с преобладанием липы (7 единиц в составе).

Материалы и методы

В указанных насаждениях в 2016 г. производился отбор кернов древесины деревьев ели с использованием возрастного бурава Пресслера. Керны отбирались на высоте 1,3 м по одному у каждого модельного дерева. Число кернов, отобранных с каждой постоянной пробной площади (ППП), варьировалось от 7 до 13. В дендрохронологической лаборатории Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана с использованием прибора Lintab и специализированного программного продукта Tsap-Win были построены индивидуальные древесно-кольцевые хронологии каждого учетного дерева. Индивидуальные древесно-кольцевые хронологии индексировались путем отнесения годовичного радиального прироста к среднему радиальному приросту за последние пять лет. На основе индексированных хронологий были построены средние хронологии для каждой пробной площади. Для расчета коэффициентов корреляции между индексами прироста и рядами метеопараметров были использованы метеоданные метеостанций МГУ.

Результаты и обсуждение

Результаты определения сходства индексированных хронологий по деревьям ели с указанных пробных площадей отражены в табл. 1, сами хронологии представлены на рис. 1.

Т а б л и ц а 1

Коэффициент корреляции между хронологиями учетных деревьев ели в древостоях разного состава

Coefficients of correlation between the chronologies of model spruce trees in the stands with different composition

Группа пробных площадей	Древостои разного состава					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобладанием ели (7 единиц в составе)	С преобладанием осины (5 единиц в составе)	С преобладанием березы (7 единиц в составе)	С преобладанием сосны (5 единиц в составе)	С преобладанием липы (7 единиц в составе)
Чистые еловые (10 единиц в составе)	1	0,42	0,29	0,22	-0,14	0,51
С преобладанием ели (7 единиц в составе)	0,42	1	0,37	0,17	-0,19	0,17
С преобладанием осины (5 единиц в составе)	0,29	0,37	1	0,74	-0,16	0,35
С преобладанием березы (7 единиц в составе)	0,22	0,17	0,74	1	-0,21	0,26
С преобладанием сосны (5 единиц в составе)	-0,14	-0,19	-0,16	-0,21	1	-0,21
С преобладанием липы (7 единиц в составе)	0,51	0,17	0,35	0,26	-0,21	1

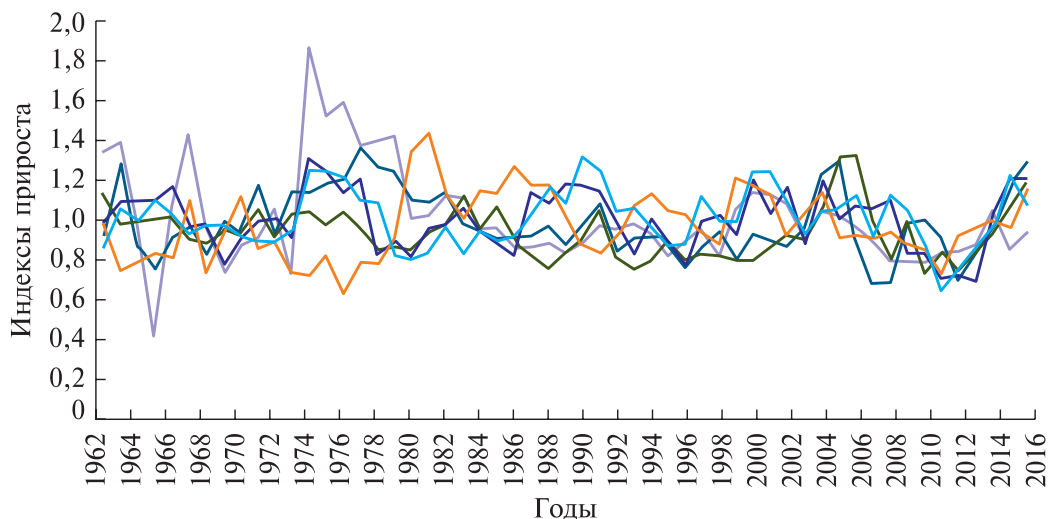


Рис. 1. Динамика индексов радиального прироста у деревьев ели, произрастающих в древостоях разного состава: — чистые еловые (10 единиц в составе); — с преобладанием ели (7 единиц в составе); — с преобладанием осины (5 единиц в составе); — с преобладанием березы (7 единиц в составе); — с преобладанием сосны (5 единиц в составе); — с преобладанием липы (7 единиц в составе)

Fig. 1. Dynamics of radial increment indices for spruce trees growing in stands of different composition: — pure spruce (10 units in composition); — with a predominance of spruce (7 units in the composition); — with a predominance of aspen (5 units in the composition); — with a predominance of birch (7 units in the composition); — with a predominance of pine (5 units in the composition); — with a predominance of linden (7 units in the composition)

Как видно из данных табл. 1 и рис. 1, в условиях чистых насаждений динамика прироста ели сходна, тогда как при угнетении другими породами кратковременная изменчивость очень сильно отличается. Обнаруженные закономерности делают актуальным изучение того, как у основных лесообразующих пород меняется специфика реакции прироста на действие климатических факторов в связи с изменением состава древостоя, а также выяснение возможной роли учета данных закономерностей в общей процедуре идентификации происхождения древесины.

В настоящее время подобные исследования проводились рядом ученых [11–19]. Таким образом, есть основания полагать, что при учете специфики кратковременной изменчивости прироста возможно вести распознавание не только типа лесорастительных условий произрастания срубленных деревьев, но и состава древостоя, в котором они произрастали [20–25].

Представляет интерес анализ специфики влияния климатических факторов на радиальный прирост ели в зависимости от состава фитоценоза. Лесообразующие породы обладают разными наследственными экологическими свойствами. В процессе межвидовой конкуренции в древостоях ели колебания радиального прироста должны проходить по-разному в зависимости от того, какой вид является основным конкурентом ели в фитоценозе. Конкуренция за абиотические ресурсы среды, как было показано выше, модифи-

цирует характер колебаний радиального прироста от года к году. В табл. 2, 3 приведены результаты корреляционного анализа сопряженности колебаний радиального прироста и колебаний метеопараметров текущего и прошлого года. Достоверные значения коэффициентов корреляции выделены в таблицах жирным шрифтом. При числе степеней свободы 53 и уровне доверительной вероятности 0,05 достоверными считаются значения коэффициента корреляции от 0,27 и выше.

На основании данных табл. 2, 3 следует заключить, что в хронологиях ели из древостоев разного породного состава наблюдается специфический набор достоверных коэффициентов корреляции (табл. 4). Однако значения коэффициентов корреляции невелики и говорят только о наличии слабых связей.

Наибольшее число достоверных значений коэффициентов корреляции с метеопараметрами зафиксировано для древостоев ели с преобладанием березы по составу. Рассчитано уравнение линейной регрессии, моделирующее колебания индексов прироста ели в данном древостое в зависимости от климатических факторов.

Полученные данные были использованы для моделирования динамики индексов радиального прироста древостоев ели с преобладанием березы по составу в связи с влиянием метеофакторов на основе уравнения линейной регрессии.

Изменчивость индексов прироста была описана уравнением вида

Т а б л и ц а 2

**Результаты расчета коэффициентов корреляции индексов прироста
с метеопараметрами текущего года**

Calculation results of the correlation coefficients of growth indices with the meteorological parameters of a current year

Метеопараметр	Постоянные пробные площади					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобладанием ели (7 единиц в составе)	С преобладанием осины (5 единиц в составе)	С преобладанием березы (7 единиц в составе)	С преобладанием сосны (5 единиц в составе)	С преобладанием липы (7 единиц в составе)
Осадки января	-0,01	0,15	-0,02	-0,08	0,31	-0,10
Осадки февраля	-0,05	-0,06	0,21	0,30	-0,13	-0,05
Осадки марта	-0,19	-0,18	0,05	0,08	-0,06	0,05
Осадки апреля	0,03	0,20	-0,19	-0,18	-0,02	-0,17
Осадки мая	0,17	0,18	0,22	0,32	-0,20	0,09
Осадки июня	0,22	-0,05	0,08	0,22	0,29	0,00
Осадки июля	0,16	0,10	0,19	0,21	-0,01	0,11
Осадки августа	-0,14	-0,14	-0,09	-0,01	0,15	-0,18
Осадки сентября	-0,12	-0,15	-0,34	-0,25	0,16	-0,30
Осадки октября	-0,15	0,01	-0,02	0,04	-0,18	-0,11
Осадки ноября	0,21	0,00	0,01	-0,07	-0,13	0,09
Осадки декабря	0,16	-0,03	0,07	0,01	0,19	0,03
Температура января	-0,14	0,06	0,12	0,13	0,19	-0,11
Температура февраля	-0,01	-0,20	0,37	0,37	0,03	0,02
Температура марта	-0,14	-0,17	0,32	0,29	-0,03	0,03
Температура апреля	-0,22	-0,10	0,06	0,15	0,09	0,01
Температура мая	0,06	0,03	-0,22	-0,36	-0,10	0,02
Температура июня	-0,24	-0,22	-0,07	-0,13	0,10	-0,28
Температура июля	-0,18	-0,31	-0,09	-0,14	0,08	-0,17
Температура августа	-0,22	-0,08	-0,21	-0,32	-0,04	-0,19
Температура сентября	0,02	0,26	0,19	0,02	-0,07	0,07
Температура октября	-0,30	0,07	-0,05	-0,16	0,29	-0,04
Температура ноября	0,18	0,16	-0,17	-0,06	-0,19	0,19
Температура декабря	-0,09	0,24	0,17	0,03	-0,01	-0,14

$$\gamma = 1,6543 - 0,007 \times O1 + 0,008 \times O6 + 0,0050 \times T2 + 0,0132 \times T3 - 0,0178 \times T5 - 0,0164 \times T8 + 0,0121 \times (T2 - 1),$$

где O1 — осадки января текущего года, мм; O6 — осадки июня текущего года, мм; T2 — температура февраля текущего года, °С; T3 — температура марта текущего года, °С; T5 — температура мая текущего года, °С; T8 — температура августа текущего года, °С; (T2 - 1) — температура февраля прошлого года, °С.

Результаты моделирования отражают графики на рис. 2.

Выводы

Результаты исследований показывают, что наибольшая метеочувствительность наблюдается у ели при ее участии в составе мелколиственных древостоев. Напротив, наименьшая метеочувствительность ели наблюдается в липняках.

Наименьшее число достоверных значений коэффициентов корреляции с метеопараметрами из всех обследованных нами древостоев зафиксировано для деревьев ели в древостоях с преобладанием в составе липы мелколиственной. Этот факт, очевидно, объясняется тем, что липа имеет физиологические механизмы адаптации к засушливым периодам. К ним относятся достаточно глубокая корневая система, относительно небольшое количество устьиц в листьях, способность снижать площадь транспирирующей поверхности кроны за счет сбрасывания части листвы в период наступления засухи. Дополнительными преимуществами липы являются ее теневыносливость и относительно невысокая ветровальность.

Из этого следует, что создание липово-еловых насаждений в условиях Московской области можно рекомендовать с целью повышения засухоустойчивости ели. Очевидно, что создание таких насаждений возможно только в соответствующих типах леса.

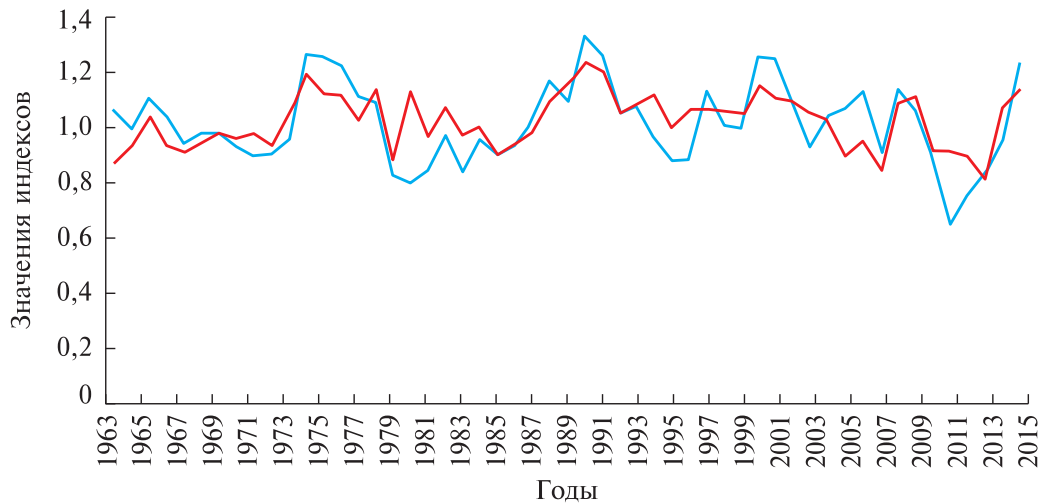


Рис. 2. Результаты моделирования динамики индексов радиального прироста на основе уравнения линейной регрессии: — реальный прирост; — модель

Fig. 2. Modeling dynamics results of the indices of radial growth based on the linear regression equation: — real growth; — model

Т а б л и ц а 3

Результаты расчета коэффициентов корреляции индексов прироста
с метеопараметрами прошлого года

The results of the calculation of the coefficients of correlation of growth indices with last year meteorological parameters

Метеопараметр	Постоянные пробные площади					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобла- данием ели (7 единиц в составе)	С преобла- данием осины (5 единиц в составе)	С преобла- данием березы (7 единиц в составе)	С преобла- данием сосны (5 единиц в составе)	С преобла- данием липы (7 единиц в составе)
Осадки января	0,01	0,18	-0,03	-0,03	0,36	-0,08
Осадки февраля	-0,07	-0,11	0,01	0,18	-0,16	0,22
Осадки марта	-0,06	-0,07	-0,12	-0,03	-0,04	0,06
Осадки апреля	0,08	0,15	0,05	-0,07	-0,08	0,09
Осадки мая	0,32	0,27	0,27	0,24	-0,13	0,24
Осадки июня	0,15	0,01	0,05	0,01	0,18	0,00
Осадки июля	0,26	0,28	0,10	0,17	0,15	0,34
Осадки августа	-0,04	-0,16	0,16	0,16	0,03	0,15
Осадки сентября	0,02	0,02	-0,14	-0,25	0,26	-0,04
Осадки октября	-0,02	-0,15	-0,16	-0,06	-0,21	-0,05
Осадки ноября	0,10	-0,16	-0,24	-0,08	-0,13	0,21
Осадки декабря	0,13	0,09	0,10	0,00	0,07	0,19
Температура января	-0,10	0,03	0,12	0,21	0,12	0,03
Температура февраля	0,29	0,06	0,21	0,45	-0,08	0,16
Температура марта	0,14	-0,09	0,03	0,25	-0,07	0,08
Температура апреля	-0,10	-0,01	-0,05	0,19	-0,11	0,15
Температура мая	-0,16	-0,04	-0,18	-0,20	-0,06	-0,07
Температура июня	-0,33	-0,31	-0,06	0,07	0,06	-0,18
Температура июля	-0,18	-0,07	-0,10	-0,11	-0,14	-0,23
Температура августа	-0,25	0,04	-0,29	-0,24	-0,13	-0,41
Температура сентября	-0,15	0,25	-0,09	-0,10	-0,12	-0,22
Температура октября	-0,37	0,04	-0,05	0,05	0,05	-0,16
Температура ноября	0,17	0,14	-0,14	-0,17	-0,30	0,06
Температура декабря	0,03	0,31	0,30	0,25	0,00	-0,12

Т а б л и ц а 4

**Число достоверных значений коэффициентов корреляции с метеопараметрами
текущего и прошлого года в насаждениях разного породного состава**
**Number of reliable values of coefficients of correlation with the meteorological parameters of the current
and previous years in the stands with different species composition**

Показатель	Постоянные пробные площади					
	Чистые еловые (10 единиц в составе)	С преобла- данием ели (7 единиц в составе)	С преоблада- нием осины (5 единиц в составе)	С преоблада- нием березы (7 единиц в составе)	С преоблада- нием сосны (5 единиц в составе)	С преоблада- нием липы (7 единиц в составе)
Число достовер- ных значений коэффициентов корреляции с ме- теопараметрами	5	5	6	7	5	4

В условиях Московской области это возможно только на относительно богатых почвах, соответствующих типам лесорастительных условий С₂–С₃, Д₂–Д₃. В таких условиях для улучшения биоразнообразия можно рекомендовать вводить в состав древостоев широколиственные породы. Даже при незначительной доле участия наличие таких пород, как дуб, ясень, вяз, позволит сделать насаждения рекреационного назначения привлекательными в эстетическом плане и значительно увеличит их долговечность.

Список литературы

- [1] Коротков С.А., Киселева В.В., Стоноженко Л.В., Иванов С.К., Найденова Е.В. О направлениях лесообразовательного процесса в северо-восточном Подмосковье // Лесотехнический журнал, 2015. Т. 5. № 4 (19). С. 41–54.
- [2] Korotkov S.A., Makuev V.A., Lopatnikov M.V., Nikitin V.V., Sirotov A.V., Stonozhenko L.V. Forest-Use Issues in Moscow Region at the Beginning of 21st Century // Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 17–24.
- [3] Абатуров А.В., Меланхолин П.Н. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье. Тула: ИПП «Гриф и К», 2004. 334 с.
- [4] Рысин Л.П., Рысин С.Л. Урболесоведение. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 240 с.
- [5] Дробышев Ю.И., Коротков С.А., Румянцев Д.Е. Устойчивость древостоев: структурные аспекты // Лесохозяйственная информация, 2003. № 7. С. 2.
- [6] Киселева В.В., Ломов В.Д., Обыденников В.И., Титов А.П. История и современное состояние сосняков Алексеевской рощи национального парка «Лосиный остров» // Лесоведение, 2010. № 3. С. 42–52.
- [7] Румянцев Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике: дисс. ... д-ра биол. наук. Воронеж: ВГЛТА, 2011. 354 с.
- [8] Коротков С.А., Киселева В.В., Стоноженко Л.В., Иванов С.К., Ерасова Е.В., Еремина М.В. Тенденции формирования насаждений в условиях Москвы и северо-восточного Подмосковья // Материалы Международной научно-технической юбилейной конференции «Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы» / отв. ред. С.М. Матвеев, Воронеж, ВГЛТУ, 21–22 мая 2015. Воронеж: ВГЛТУ, 2015. С. 67–69.
- [9] Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л.: Наука, 1969. 336 с.
- [10] Ellenberg H. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Wiesen und Wieden und ihre standortliche Bewertung. Stuttgart: Ulmer, 1952, 143 p.
- [11] Вахнина И.Л., Обязов В.А., Замана Л.В. Динамика увлажнения в степной зоне Юго-Восточного Забайкалья с начала XIX столетия по кернам сосны обыкновенной // Вестник Московского университета. Сер. 5: География, 2018. № 2. С. 28–33.
- [12] Драгавцев В.А. Эколого-генетическая модель организации количественных признаков растений // Сельскохозяйственная биология. Серия: Биология растений, 1995. № 5. С. 20–30.
- [13] Малышева Н.В., Быков Н.И. Дендрохронологические исследования ленточных боров юга Западной Сибири. Барнаул: Азбука, 2011. 125 с.
- [14] Матвеев С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи. Воронеж: ВГУ, 2003. 272 с.
- [15] Пинаевская Е.А. Влияние климатических параметров на формирование радиального прироста сосны на северной границе ареала Европейского Севера России // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2018. № 2. С. 208–214.
- [16] Соломина О.Н., Бушуева И.С., Долгова Е.А., Золотокрылин А.Н., Кузнецова В.В., Кузнецова Т.О., Лазукова Л.И., Ломакин Н.А., Мацковский В.В., Матвеев С.М., Михайлов А.Ю., Михайленко В.Н., Пожидаева Д.С., Румянцев Д.Е., Сакулина Г.А., Семенов В.А., Хасанов Б.Ф., Черенкова Е.А., Чернокульский А.В. Засухи Восточно-Европейской равнины по гидрометеорологическим и дендрохронологическим данным. СПб.: Нестор-История, 2017. 360 с.
- [17] Чендев Ю.Г., Лебедева М.Г., Матвеев С.М., Петин Л.Н., Долгих А.В., Смирнова Л.Г., Соловьев А.Б., Кухарук Н.С., Крымская О.В., Нарожная А.Г., Терехин Е.А., Березуцкий В.Д., Голотвин А.Н., Сарапулкин В.А., Сарапулкина Т.В., Федюнин И.В., Польшина М.А., Митрайкина А.М., Калугина С.В., Полякова Т.А., Белванцев В.Г., Вагулин И.Ю., Толстопятова О.С., Бобрунова Д.А., Тимащук Д.А., Дудин Д.И., Дудина Е.В., Тарубарова А.Н., Смирнов Г.В., Кухарук С.А., Тимошенко А.И., Тимохов И.С. Почвы и растительность юга Среднерусской возвышенности в условиях меняющегося климата. Белгород: Константа, 2016. 326 с.
- [18] Lovelius N.V. Dendroindication of natural processes and antropogenic influences. St-Peterburg: World and Family, 1997, 320 p.

- [19] Matveev S.M., Chendev Yu.G., Lupo A.R., Hubbard J.A., Timashchuk D.A. Climatic changes in the East-European forest-steppe and effects on Scots pine productivity // *Pure and Applied Geophysics*, 2017, v. 174, no. 1, pp. 427–443.
- [20] Позднякова Е.А., Волкова Г.А., Волков А.А., Кухта А.Е. Развитие методологии оценки откликов сосны обыкновенной севера Европейской территории России на воздействие климатических факторов // *Биоэкономика и экобиополитика*, 2016. № 1 (2). С. 145–151.
- [21] Румянцев Д.Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. М.: МГУЛ, 2010. 137 с.
- [22] Румянцев Д.Е. Влияние климатических факторов на рост сосны в Южной Карелии // *Лесоведение*, 2004. № 5. С. 73–75.
- [23] Чернышенко О.В., Румянцев Д.Е., Сарапкина Е.В. Проблемы воспитания и разведения здоровой осины на современном этапе // *Resources and Technology*, 2016. № 13. С. 1–11.
- [24] Rumyantsev D.E., Chernyshenko O.V., Sarapkina E.V. Tree ring analysis for aspen breeding: possibilities and perspectives // *European J. of Natural History*, 2016, no. 5, pp. 6–8.
- [25] Solomina O.N. Glacier variations in the Northern Caucasus compared to climatic reconstructions over the past millennium // *Global and Planetary Change*, 2016, v. 140, pp. 28–58.

Сведения об авторах

Румянцев Денис Евгеньевич — д-р биол. наук, профессор кафедры экологии и защиты леса МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), dendro15@list.ru

Стоноженко Леонид Валерьевич — канд. с.-х. наук, заведующий кафедрой экологии, лесоводства и современных технологий в лесном хозяйстве Всероссийского института повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства (ФАУ ДПО ВИПКЛХ), stonozhenko@mgul.ac.ru

Найденова Екатерина Васильевна — аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), curls-2007@yandex.ru

Поступила в редакцию 15.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

THEORETICAL BASIS FOR DETERMINING OPTIMAL STANDS COMPOSITION RESISTANT TO CLIMATIC FACTORS

D.E. Rumyantsev¹, L.V. Stonozhenko², E.V. Naidenova¹

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²Institute of Improvement of Professional Skill of Executives and Specialists Forestry, 17, Institutskaya st., 141200, Pushkino, Moscow reg., Russia

dendro15@list.ru

The variability of the radial growth of trees is considered as depending on the effect of climatic factors. The chronology of spruce trees in stands of different species composition is analyzed. The specificity of climatic factors influence on the radial growth of spruce depending on phytocenosis composition is examined. Correlation analysis of oscillations of radial growth and oscillations of meteorological parameters of the current and last year is performed. The linear regression equation is calculated simulating the fluctuations in the growth index of spruce in the birch-predominated stands as a function of climatic factors. The greatest meteosensitivity of spruce was recorded in case of its participation in the composition of small-leaf stands. On the contrary, the least meteosensitivity of spruce is observed in lime stands. It is recommended to create lime-spruce stands in the Moscow region as a way to increase spruce resistance to droughts.

Keywords: radial growth, spruce, dendrochronology, species composition, interspecific competition

Suggested citation: Rumyantsev D.E., Stonozhenko L.V., Naidenova E.V. *Teoreticheskie osnovy dlya opredeleniya optimal'nogo sostava drevostoya, ustoychivogo k vozdeystviyu klimaticheskikh faktorov* [Theoretical basis for determining optimal stands composition resistant to climatic factors]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 70–77. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-70-77

References

- [1] Korotkov S.A., Kiseleva V.V., Stonozhenko L.V., Ivanov S.K., Naydenova E.V. *O napravleniyakh lesobrazovatel'nogo protsessa v severo-vostochnom Podmoskov'e* [About the directions of the forest-forming process in the northeast of Moscow region]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest technical journal], 2015, v. 5, no. 4 (19), pp. 41–54.
- [2] Korotkov S.A., Makuev V.A., Lopatnikov M.V., Nikitin V.V., Sirovov A.V., Stonozhenko L.V. *Forest-Use Issues in Moscow Region at the Beginning of 21st Century*. Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II. Forestry. Wood Industry. Agricultural Food Engineering, 2016, v. 9 (58), no. 2, pp. 17–24.
- [3] Abaturov A.V., Melankholin P.N. *Estestvennaya dinamika lesa na postoyannykh probnykh ploshchadyakh v Podmoskov'e* [Natural forest dynamics on permanent test plots in the Moscow region]. Tula: Grif i K, 2004, 334 p.
- [4] Rysin L.P., Rysin S.L. *Urbolesovedenie* [Urban forestry]. Moscow: Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2012, 240 p.
- [5] Drobyshev Yu.I., Korotkov S.A., Rumyantsev D.E. *Ustoychivost' drevostoev: strukturnye aspekty* [Stability of stands: structural aspects]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2003, no. 7, p. 2.
- [6] Kiseleva V.V., Lomov V.D., Obydennikov V.I., Titov A.P. *Istoriya i sovremennoe sostoyanie sosnyakov Alekseevskoy roshchi natsional'nogo parka «Losinyy ostrov»* [The history and current state of the pine forests of the Alekseevskaya grove of the Losiny Ostrov National Park]. *Lesovedenie* [Forest science], 2010, no. 3, pp. 42–52.

- [7] Rumyantsev D.E. *Potentsial ispol'zovaniya dendrokronologicheskoy informatsii v lesnoy nauke i praktike: diss. ... d-ra biol. nauk* [Potential for the use of dendrochronological information in forest science and practice: a thesis for the degree of Dr. Sci. (Biological)]. Voronezh: VGLTA, 2011, 354 p.
- [8] Korotkov S.A., Kiseleva V.V., Stonozhenko L.V., Ivanov S.K., Erasova E.V., Eremina M.V. *Tendentsii formirovaniya nasazhdeniy v usloviyakh Moskvy i severo-vostochnogo Podmoskov'ya* [Trends in the formation of stands in Moscow and the north-eastern Moscow region]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy yubileynoy konferentsii «Lesnye ekosistemy v usloviyakh menyayushchegosya klimata: problemy i perspektivy»* [Proceedings of the International Scientific and Technical Jubilee Conference «Forest ecosystems in a changing climate: problems and prospects»], Voronezh, VGLTU, May 21–22, 2015. Voronezh: VGLTU, 2015, pp. 67–69.
- [9] Karpov V.G. *Eksperimental'naya fitotsenologiya temnokhvoynoy taygi* [Experimental phytocenology of dark coniferous taiga]. Leningrad: Nauka, 1969, 336 p.
- [10] Ellenberg H. *Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. Wiesen und Wälder und ihre standortliche Bewertung*. Stuttgart: Ulmer, 1952, 143 p.
- [11] Vakhnina I.L., Obyazov V.A., Zamana L.V. *Dinamika uvlazhneniya v stepnoy zone Yugo-Vostochnogo Zabaykal'ya s nachala XIX stoletiya po kernam sosny obyknovennoy* [Dynamics of moisture in the steppe zone of South-Eastern Transbaikalia since the beginning of the XIX century on the cores of Scots pine]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5: Geografiya* [Bulletin of Moscow University. Series 5: Geography], 2018, no. 2, pp. 28–33.
- [12] Dragavtsev V.A. *Ekologo-geneticheskaya model' organizatsii kolichestvennykh priznakov rasteniy* [Ecological and genetic model of the organization of quantitative traits of plants]. *Sel'skhozaystvennaya biologiya. Seriya: biologiya rasteniy* [Agricultural biology. Series: plant biology], no. 5, 1995, pp. 20–30.
- [13] Malysheva N.V., Bykov N.I. *Dendrokronologicheskie issledovaniya lentochnykh borov yuga Zapadnoy Sibiri* [Dendrochronological studies of belt burs in the South of Western Siberia]. Barnaul: Azbuka, 2011, 125 p.
- [14] Matveev S.M. *Dendroindikatsiya dinamiki sostoyaniya sosnovykh nasazhdeniy Tsentral'noy lesostepi* [Dendrological indication of the dynamics of pine plantations in the Central forest-steppe]. Voronezh: VGU, 2003, 272 p.
- [15] Pinaevskaya E.A. *Vliyaniye klimaticheskikh parametrov na formirovaniye radial'nogo prirosta sosny na severnoy granitse areala Evropeyskogo Severa Rossii* [Influence of climatic parameters on the formation of radial growth of pine on the Northern border of the area of the European North of Russia]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk state agrarian University], no. 2, 2018, pp. 208–214.
- [16] Solomina O.N., Bushueva I.S., Dolgova E.A., Zolotokrylin A.N., Kuznetsova V.V., Kuznetsova T.O., Lazukova L.I., Lomakin N.A., Matskovskiy V.V., Matveev S.M., Mikhaylov A.Yu., Mikhaylenko V.N., Pozhidaeva D.S., Rumyantsev D.E., Sakulina G.A., Semenov V.A., Khasanov B.F., Cherenkova E.A., Chernokul'skiy A.V. *Zasukhi Vostochno-Evropeyskoy ravniny po gidrometeorologicheskim i dendrokronologicheskim dannym* [Droughts in East European plain, in the meteorological and dendrochronological data]. St-Peterburg: Nesto-Istoriya, 2017, 360 p.
- [17] Chendev Yu.G., Lebedeva M.G., Matveev S.M., Petin L.N., Dolgikh A.V., Smirnova L.G., Solov'ev A.B., Kukharuk N.S., Krymskaya O.V., Narozhnaya A.G., Terekhin E.A., Berezutskiy V.D., Golotvin A.N., Sarapulkin V.A., Sarapulkina T.V., Fedyunin I.V., Pol'shina M.A., Mitryaykina A.M., Kalugina S.V., Polyakova T.A., Belevantsev V.G., Vagulin I.Yu., Tolstopyatova O.S., Bobrunova D.A., Timashchuk D.A., Dudin D.I., Dudina E.V., Tarubarova A.N., Smirnov G.V., Kukharuk S.A., Timoshenko A.I., Timokhov I.S. *Pochvy i rastitel'nost' yuga Srednerusskoy vozvysheynosti v usloviyakh menyayushchegosya klimata* [Soils and vegetation of the South of the Central Russian upland in a changing climate]. Belgorod: Konstanta, 2016, 326 p.
- [18] Lovelius N.V. *Dendroindikatsiya prirodnykh i antropogennykh vliyaniy na razvedeniya zdravoy osiny na sovremennoy etape* [Dendrological indication of natural processes and anthropogenic influences]. St-Peterburg: World and Family, 1997, 320 p.
- [19] Matveev S.M., Chendev Yu.G., Lupo A.R., Hubbart J.A., Timashchuk D.A. *Climatic changes in the East-European forest-steppe and effects on Scots pine productivity*. *Pure and Applied Geophysics*, 2017, v. 174, no. 1, pp. 427–443.
- [20] Pozdnyakova E.A., Volkova G.A., Volkov A.A., Kukhta A.E. *Razvitiye metodologii otsenki otklikov sosny obyknovennoy severo-Evropeyskoy territorii Rossii na vozdeystvie klimaticheskikh faktorov* [Development of the methodology for assessing the responses of pine in the North of the European territory of Russia to climatic factors]. *Bioekonomika i ekbiopolitika* [Bioeconomics and ecobiopolitics], 2016, no. 1 (2), pp. 145–151.
- [21] Rumyantsev D.E. *Istoriya i metodologiya lesovodstvennoy dendrokronologii* [History and methodology of forest dendrochronology]. Moscow, MSFU, 2010, 137 p.
- [22] Rumyantsev D.E. *Vliyaniye klimaticheskikh faktorov na rost sosny v Yuzhnoy Karelii* [Influence of climatic factors on pine growth in South Karelia]. *Lesovedeniye* [Forest science], 2004, no. 5, pp. 73–75.
- [23] Chernyshenko O.V., Rumyantsev D.E., Sarapkina E.V. *Problemy vospitaniya i razvedeniya zdravoy osiny na sovremennoy etape* [Problems of upbringing and breeding of healthy aspen at the present stage]. *Resources and Technology*, 2016, no. 13, pp. 1–11.
- [24] Rumyantsev D.E., Chernyshenko O.V., Sarapkina E.V. *Tree ring analysis for aspen breeding: possibilities and perspectives*. *European J. of Natural History*, 2016, no. 5, pp. 6–8.
- [25] Solomina O.N. *Glacier variations in the Northern Caucasus compared to climatic reconstructions over the past millennium*. *Global and Planetary Change*, 2016, v. 140, pp. 28–58.

Authors' information

Rumyantsev Denis Evgen'evich — Dr. Sci. (Biological), Professor of the Department of ecology and protection BMSTU (Mytishchi branch), dendro15@list.ru

Stonozhenko Leonid Valeryevich — Cand. Sci. (Agricultural), Head of the Department of ecology, forestry and modern technologies in forestry of the all-Russian Institute of advanced training of managers and specialists of forestry (VIPKLH), stonozhenko@mgul.ac.ru

Naidenova Ekaterina Vasil'evna — pg. BMSTU (Mytishchi branch), curls-2007@yandex.ru

Received 15.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

НАСАЖДЕНИЯ НА СКЛОНАХ ПРИ ОЦЕНКЕ РАЗМЫВА БЕРЕГОВ РЕК**Р.Ф. Мустафин, К.М. Габдрахимов, И.Б. Рыжков, А.Р. Раянова**

ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д. 34

mustafin-1976@mail.ru

Описаны процессы размыва склонов берегов рек и влияние древесно-кустарниковой растительности на устойчивость склонов. Отмечено, что водная эрозия причиняет большой вред сельскохозяйственным угодьям и хозяйственным постройкам и сооружениям. Особенно заметны последствия боковой эрозии на берегах рек и ручьев. Древесно-кустарниковой растительности отводится особая роль в борьбе с водной эрозией. Леса, расположенные в водоохранных зонах, выполняют функции предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, укрепления берегов рек, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира. Дополнительная удерживающая сила грунтово-корневого слоя учитывается путем искусственного повышения прочностного показателя грунта — удельного сцепления с верхней зоной грунта. Увеличение удельного сцепления устанавливается в зависимости от среднего диаметра стволов деревьев и среднего расстояния между деревьями. Размыв берегов обусловлен строением этих берегов, морфологией речных долин, водностью рек, особенностями протекания русловых процессов. Размываемость глинистых грунтов зависит от их структурно-текстурных особенностей, от их дисперсности. Размывающие скорости в грунтах с ненарушенным сложением в 3–6 раз выше, чем при нарушенном сложении. Сопrotивляемость размыву возрастает при преобладании частиц 0,001–0,05 мм, а также при уменьшении пористости. Сопrotивляемость размыву водонасыщенных грунтов выше, чем воздушно-сухих, так как водонасыщенные грунты меньше впитывают в себя воду. Вымывание глинистого грунта из зоны, пронизанной корнями, должно идти медленнее, чем вымывание песка. Предложенная оценка устойчивости берегов рек экологически безопасна. Она соответствует естественному процессу восстановлению деградированных земель.

Ключевые слова: насаждения, склон, древесно-кустарниковая растительность, грунты, корни, размываемость, липкость, удельное сцепление

Ссылка для цитирования: Мустафин Р.Ф., Габдрахимов К.М., Рыжков И.Б., Раянова А.Р. Насаждения на склонах при оценке размыва берегов рек // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 78–83. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-78-83

Устойчивость берегов малых рек зависит от ряда факторов, трудно поддающихся количественной оценке. Таковым, например, является влияние прибрежной растительности. Практика показывает, что берега, имеющие насаждения при прочих равных условиях более устойчивы к размыву, чем берега без такой растительности. Однако такие вопросы специалисты по лесостроительству вынуждены решать, опираясь лишь на личный практический опыт и «инженерную интуицию». Несмотря на солидную изученность прибрежных лесов, в российской и мировой практике пока не предложено методики расчетов, позволяющих количественно оценивать защитные свойства прибрежной растительности. С этой точки зрения целесообразно рассмотреть принципы расчета, изложенных в работе Рыжкова и др. [1–5], где устойчивость склонов предлагается оценивать с учетом армирующего действия корневой системы древесной растительности, растущей на этом склоне. Корни деревьев распространяются преимущественно в горизонтальном (радиальном) направлении, проникая на глубину примерно 2–2,5 м. При этом площадь корневой системы в несколько раз превышает площадь горизонтальной проекции кроны дерева. При расстояниях между деревьями 5–6 м корни могут

переплетаться, и у поверхности земли образуется так называемый грунтово-корневой слой, т. е. слой грунта 2–2,5 м, пронизанный многочисленными корнями. Такой слой, естественно, обладает повышенной сопротивляемостью сдвиговым или разрывным деформациям.

Этот грунтово-корневой слой покрывает склон от подошвы до гребня, и оползающий массив грунта должен преодолевать не только внутреннее сопротивление грунта внутри склона, но и дополнительное сопротивление упомянутого слоя, который нужно срезать в двух местах: сверху — на гребне склона и внизу — у его подошвы. Дополнительная удерживающая сила грунтово-корневого слоя учитывается путем искусственного повышения прочностного показателя грунта — удельного сцепления с верхней зоной грунта (до глубины 2–2,5 м).

Цель работы

Цель работы — исследование методики расчета степени насыщенности грунтово-корневого слоя корнями.

Материалы и методы

Исследования методики расчета степени насыщенности грунтово-корневого слоя корнями состоят в том, что такое увеличение удельного сцепления

устанавливается в зависимости от среднего диаметра стволов сосны и среднего расстояния между деревьями (в зоне предполагаемого оползня). Предложены соответствующие таблицы, облегчающие процедуру такого расчета. В процессе инженерно-геологических изысканий устанавливаются упомянутые выше дополнительные данные — средний диаметр стволов и среднее расстояние между соседними деревьями. Как показывает практика оценка диаметров стволов деревьев и расстояний между деревьями с точностью $\pm 10\%$ является приемлемой, что позволяет проводить такие оценки визуально. При большом количестве деревьев на выделенном участке получение исходных данных может проводиться выборочным методом.

После определения средних значений диаметров стволов и расстояний между деревьями определяется степень насыщения грунтово-корневого слоя корнями (доля корней в общем объеме слоя). Для этого можно использовать табл. 1, составленную применительно для смешанных насаждений к наиболее типичной толщине слоя почвы — 2 м.

По полученной доле объема корней определяется искомое приращение удельного сцепления по табл. 2 (тоже составленной применительно к толщине грунтово-корневого слоя 2 м).

Удельное сцепление грунта в пределах грунтово-корневого слоя принимается в виде величины $c_{г-к}$

$$c_{г-к} = c_{станд} + c_{доп}$$

где $c_{станд}$ — удельное сцепление, определенное стандартным методом (без учета корневой системы деревьев); $c_{доп}$ — дополнительная часть удельного сцепления, определяемая в зависимости от насыщенности этого слоя корнями по табл. 2.

Дальнейшие действия по оценке устойчивости склона протекают в рамках «обычного» подхода. Используется любой известный метод расчета устойчивости склонов (т. е. метод круглоцилиндрических поверхностей скольжения, метод ломаных поверхностей и т. п.), реализуемый «вручную» или с помощью компьютерных программ. При этом приемлем ряд программных методов расчета, как Midas Civil, используемых при традиционной оценке склонов без учета растительности. Иными словами, различие предлагаемого подхода от традиционных расчетов проявляется лишь на этапе подготовки исходных данных, т. е. в принятии уточненных характеристик прочности грунта в верхнем слое (2–2,5 м).

Методика исследований

Методика расчетов показывает, что влияние растительности проявляется в наибольшей мере при небольших склонах (высотой до 10–15 м), в грунтах невысокой прочности (в мягко- и текуче-пластичных глинистых грунтах, в рыхлых песках). Практика вполне подтверждает такие выводы.

Изложенные представления должны быть применимы и к оценке устойчивости речных берегов. Однако следует учесть, что условия работы береговых склонов имеют свою специфику и требуют учета множества дополнительных факторов [6–10]. Исследования гидрологов показывают, что размыв берегов зависит от строения этих берегов, морфологии речных долин, водности рек, особенностей протекания русловых процессов [11, 12]. Составлены карты, отображающие различные условия размыва речных берегов во всех регионах России.

Т а б л и ц а 1

Степень насыщенности грунтово-корневого слоя корнями сосны

Degree of saturation of root-inhabited layer by roots, % of volume

Средний диаметр деревьев сосны, см	Доля объема корней в общем объеме грунтово-корневого слоя, %, при среднем расстоянии между деревьями, м				
	2	3	4	5	6
8–12	0,3	0,13	0,07	0,05	0,03
16–24	1,2	0,52	0,30	0,19	0,13
28–32	–	1,16	0,65	0,42	0,29
36–44	–	1,88	1,05	0,67	0,47
48–52	–	–	1,22	0,78	0,54

Т а б л и ц а 2

Удельное сцепление в пределах грунтово-корневого слоя

Relative adhesion within the root-inhabited layer

Степень насыщенности корнями, %	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,50	1,00	2,0
Приращение удельного сцепления $c_{доп}$, кПа	3,5	7,0	10,2	14,0	17,5	35,0	70	140



Возникновение подрезки берегового склона вследствие его подмыва
Pruning forming of bank slope as a result of its erosion

Тем не менее, несмотря на все многообразие условий переработки берегов, определяющим процессом во всех случаях остается обрушение грунтовых масс, их соскальзывание в сторону реки, т. е. периодические оползни. Именно такие оползни определяют скорость размыва берегов, которая обычно лежит в диапазоне от нескольких сантиметров до десятков метров в год. Собственно размыв грунта у береговой линии протекает медленно и поэтому не является главным разрушительным фактором. Однако он всегда активизирует оползневые процессы, которые многократно ускоряют такое разрушение. Они вызывают подрезку склонов, которая очень сильно снижает их устойчивость (см. рисунок).

К таким оползням может быть применен изложенный выше способ учета армирующего действия корневой системы древесной растительности. Следует только уточнить влияние особенностей прибрежной растительности — наличие кустарника, камышей и др. Однако возникает другой важный вопрос: влияет ли растительность и на саму интенсивность такого размыва? В отечественных и зарубежных публикациях каких-либо сведений по этому вопросу нет. Тем не менее, исследования процесса размываемости грунтов без увязки его с растительностью ведутся уже давно [13]. Согласно работам Машенко и других авторов [14–16] для характеристик и размываемости грунтов используются два показателя:

– размывающая скорость водного потока, представляющая собой среднюю скорость водного потока, при которой начинается отрыв отдельных частиц и агрегатов и волочение их по потоку (м/с);

– интенсивность размыва — отношение средней толщины размываемого слоя грунта при данной скорости размыва к длительности размыва (мм/мин).

Эти показатели определяются индивидуально, для каждого конкретного случая расчетным или опытным путем. Используются специальные гидравлические лотки, результаты натурных наблюдений на существующих водотоках и водоемах. Обычно для илов размывающая скорость равна примерно 0,3 м/с, для мелких песков 0,4 м/с, для крупных песков 0,8 м/с, для глин (в зависимости от плотности) 0,8–2,1 м/с, для гравия 0,9–1,4 м/с, для пористого известняка 3,7 м/с.

Результаты и обсуждение

Размываемость глинистых грунтов зависит от их структурно-текстурных особенностей, от их дисперсности. Размывающие скорости в грунтах с ненарушенным сложением в 3–6 раз выше, чем при нарушенном сложении. Сопrotивляемость размыву возрастает при преобладании частиц 0,001–0,05 мм, а также при уменьшении пористости. Сопrotивляемость размыву водонасыщенных грунтов выше, чем воздушно-сухих, так как водонасыщенные грунты меньше впитывают в себя воду.

Если рассматривать размывание грунта в зоне береговой линии, то необходимо выделить два процесса. Во-первых, это процесс отрыва и увлечения водным потоком мелких частиц грунта, приводящий к постепенному соскабливанию поверхностного слоя грунта. Во-вторых, это образование трещин размыва, отрыв и вынос отдельных блоков грунта.

Не вызывает сомнений, что второй процесс зависит от наличия корней в грунте, которые удерживают образующиеся блоки отрыва. Что же касается первого процесса, то здесь определенности значительно меньше. По-видимому, должно иметь значение сцепление грунта с корнями береговой растительности. Способность грунта прилипнуть к различным материалам обычно характеризуется свойством, именуемым липкостью [17, 18]. Липкость определяется усилием, необходимым для отрыва прилипшего предмета от грунта при различных его влажностях. Липкость песков и супесей ничтожна по сравнению с липкостью глинистых грунтов, где она может достигать 50–55 кПа. Величина липкости зависит от материала, к которому грунт прилипает. Экспериментально установлено, что глинистые грунты сильнее всего прилипают к деревянным предметам (по сравнению с металлом), т. е. сцепление с корнями у глин должно быть значительным. Песчаные грунты, заторфованные грунты, наоборот, проявляют большую липкость к металлам [19, 20]. Таким образом, вымывание глинистого грунта из зоны, пронизанной корнями, должно (при прочих равных условиях) идти медленнее, чем вымывание песка.

Выводы

Устойчивость береговых склонов рек и интенсивность размыва их подножия (образование подрезки) зависят от наличия насаждений на этих склонах.

Вышеперечисленное требует подробного изучения. В целом для разработки методики расчета устойчивости береговых склонов с учетом насаждений необходимо решить следующие задачи:

– разработать методику прогнозирования изменений конфигурации берегового склона после ожидаемого размыва его подошвы (на период 20–30 лет);

– уточнить методику оценки удерживающего влияния корневой системы древесной растительности применительно к береговым склонам, т. е. методику установления прочностных характеристик грунтово-корневого слоя;

– разработать и проверить методику расчета устойчивости берегового склона с учетом размыва его подошвы и армирующего действия корневой системы древесно-кустарниковой растительности.

Список литературы

- [1] Рыжков И.Б., Арсланов А.А., Мустафин Р.Ф. О количественном учете древесно-кустарниковой растительности при расчете устойчивости склонов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2014. № 3. С. 21–25.
- [2] Рыжков И.Б., Мустафин Р.Ф., Арсланов А.А. Оценка степени насыщенности грунтово-корневого туюяка корнями // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, 2012. № 4. С. 31–33.
- [3] Мустафин Р.Ф., Рахматуллин З.З., Райнова А.Р. Древесно-кустарниковая растительность при оценке устойчивости берегов рек // Природообустройство, 2016. № 5. С. 108–114.
- [4] Горячев В.С., Абдрахманов Р.Ф., Гареев А.М., Мустафин Р.Ф., Валитов С.А. Состояние реки Яманелги в районе куста нефтедобывающих скважин // Межведомственный сборник материалов / отв. ред. В.С. Горячев. Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. С. 34–36.
- [5] Хабиров И.К., Мустафин Р.Ф., Искандарова А.М., Райнова А.Р. Зависимость продуктивности лесов от запаса снежного покрова на лесных участках Уфимского района Республики Башкортостан // Пермский аграрный вестник, 2017. № 3. С. 155–159.
- [6] Арсланов А.А., Мустафин Р.Ф. Рекомендации по учету древесно-кустарниковой растительности при расчетах устойчивости склонов // Градостроительство и архитектура, 2013. № 1 (9). С. 71–80.
- [7] Аношкин А.В. Оценка естественных размывов берегов средних рек в пределах урбанизированных территорий (на примере г. Биробиджана) // Региональные проблемы, 2005. № 6–7. С. 54–59.
- [8] Дерюгин А.А., Моисеев Б.Н. Водорегулирующая функция леса и ее изменение под влиянием рубок // Лесохозяйственная информация. 2004. № 9. С. 41–50.
- [9] Исангулов Ф.С., Габдрахимов К.М. Формирование устойчивых насаждений на облесенных крутосклонах Белебеевской возвышенности // Лесное хозяйство, 2011. № 2. С. 38–39.
- [10] Габдрахимов К.М. Лесорастительные свойства почв и продуктивность насаждений Предуралья. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Воронеж: Воронежский государственный университет, 1990. 22 с.
- [11] Загитова Л.Р. Оценка антропогенных изменений стока в бассейне реки Белой. Дисс. ... канд. геогр. наук. Пермь: ПермГТУ, 2004. 119 с.
- [12] Загитова Л.Р., Мустафин Р.Ф. Особенности загрязнения реки Зиган объектами нефтедобычи // Межведомственный сборник материалов, посвященных Всемирному дню водных ресурсов. Уфа: РИЦ БашГУ, 2012. С. 63–66.
- [13] Воронкевич С.Д. Основы технической мелиорации грунтов. М.: Научный мир, 2005. 504 с.
- [14] Машенко А.Б., Пономарев А.Б., Сычкина Е.Н. Специальные разделы механики грунтов и механики скальных грунтов. Пермь: ПНИПУ, 2014. 176 с.
- [15] Смирнов А.И. Площадная эрозия рек на территории Республики Башкортостан // Геологический сборник. Информационные материалы ИГ УНЦ РАН. Уфа: Ди-зайн Пресс, 2013. № 10. С. 34–36.
- [16] Перельмутер М.А., Федоровский В.Г. Откос. Анализ устойчивости откосов и склонов. М.: SCAD Structure, 2007. 15 с.
- [17] Katzenach R., Werner A. The use of trees and shrubs roots as reinforcement elements / Proc. of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Spain, Madrid, 24–27 September 2007 / Ed. V. Cuéllar, E. Dapena. Rotterdam, The Netherlands: Millpress Science Publishers, pp. 1485–1490.

- [18] Onuchin A.A. GIS as a tool for identification of forest water // Protection areas published in Sibirski Ekologicheski Zhurnal, 2008, vol. 15, no. 3, pp. 451–455.
- [19] Zhang Chao Bo, Chen Li Hua, Jiang Jing Vertical root distribution and root cohesion of typical tree species on the Loess Plateau, China // Arid Land, 2014, no. 6, pp. 601–611.
- [20] Hemmati S., Gatmiri B., Cui Y.J., Vincent M. Validation d'un modèle d'extraction d'you par des racines d'arbre implanté dans θ -stoc // Comptes Rendus du XVII^{ème} Congrès international de mécanique des sols et d'ingénierie géotechnique. Alexandrie, Egipte, 5–9 October, 2009. Amsterdam: IOS Press, pp. 890–915.

Сведения об авторах

Мустафин Радик Флюсович — канд. с.-х. наук, декан факультета природопользования и строительства ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, mustafin-1976@mail.ru

Габдрахимов Камиль Махмутович — д-р с.-х. наук, профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, директор Института рационального природопользования ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, gabdrahimov@mail.ru

Рыжков Игорь Борисович — д-р техн. наук, профессор кафедры природообустройства, строительства и гидравлики, ig-ryzhk@yandex.ru

Раянова Анжелика Рамисовна — аспирант кафедры природообустройства, строительства и гидравлики ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, anzhelika.rayanova@mail.ru

Поступила в редакцию 18.12.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

VEGETATION ON THE SLOPES IN THE ESTIMATION OF RIVER BANKS EROSION

R.F. Mustafin, K.M. Gabdrakhimov, I.B. Ryzhkov, A.R. Rayanova

Bashkir State Agrarian University, 34, 50 years of October st., 450001, Ufa, Russia

mustafin-1976@mail.ru

The article describes the processes of erosion slopes, banks of rivers and the impact of tree and shrub vegetation on slope stability. Observed that water erosion causes great harm to agricultural Hugo-dam and commercial buildings and structures. Especially notable is the effect of lateral erosion on the banks of rivers and streams. Trees and shrubs can play a special role in the fight against water erosion. The woods located in the water protection zones perform functions of prevention of pollution, a contamination, instruction of water objects and exhaustion of their waters, and also preservations of the habitat of water biological resources and other objects of an animal and flora, and also strengthening of coast of the rivers. The padding confining force of a ground and root layer is considered by simulated increase in a strength index of a soil — specific coupling «with» in the top zone of a soil. Increase in specific coupling is established depending on effective diameter of trunks of trees and average distance between trees. Washout of coast depends on a structure of these coast, morphology of river valleys, water content of the rivers, features of course of channel processes. The erosion of clay soils depends on their structural and textural features, on their dispersion. The washing-away speeds in soils with undisturbed addition in 3–6 times, than at the broken addition. Resilience to washout increases at a dominance of particles 0,001–0,05 mm, and also at porosity decrease. Resilience to washout of water-saturated soils is higher, than air-dried as water-saturated soils absorb in themselves water less. Washing away of a clay soil from the zone penetrated by roots has to go more slowly, than sand washing away. The offered assessment stability of coast of the rivers ecologically safe. It corresponds to natural process to restitution of the degraded lands.

Keywords: plantings, slope, tree and shrub vegetation, soils, roots, erosion, stickiness, specific adhesion

Suggested citation: Mustafin R.F., Gabdrakhimov K.M., Ryzhkov I.B., Rayanova A.R. *Nasazhdeniya na sklonakh pri otsenke razmyva beregov rek* [Vegetation on the slopes in the estimation of river banks erosion]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 78–83. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-78-83

References

- [1] Ryzhkov I.B., Arslanov A.A., Mustafin R.F. *O kolichestvennom uchete drevesno-kustarnikovoy rastitel'nosti pri raschete ustoychivosti sklonov* [On quantitative accounting of trees and shrubs in the calculation of slope stability]. *Osnovaniya, fundamenty i mekhanika gruntov* [Bases, foundations and soil mechanics], 2014, no. 3, pp. 21–25.
- [2] Ryzhkov I.B., Mustafin R.F., Arslanov A.A. *Otsenka stepeni nasyshchennosti gruntovo-kornevogo tyufyaka kornyami* [Estimation of the degree of saturation of the soil-root mattress with roots]. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Bulletin of the Russian Academy of Agricultural Sciences], 2012, no. 4, pp. 31–33.

- [3] Mustafin R.F., Rakhmatullin Z.Z., Rayanova A.R. *Drevesno-kustarnikovaya rastitel'nost' pri otsenke ustoychivosti beregov rek* [Tree-shrub vegetation in assessing the sustainability of river banks]. *Prirodooobustroystvo* [Environmental Management], 2016, no. 5, pp. 108–114.
- [4] Goryachev V.S., Abdrakhmanov R.F., Gareev A.M., Mustafin R.F., Valitov S.A. *Sostoyanie r. Yamanelgi v rayone kusta nefte-dobyvayushchikh skvazhin* [State river Yamanelga in the area of oil producing wells]. *Mezhvedomstvennyy sbornik materialov*. Ed. V.S. Goryachev. Ufa: RITs BashGAU, 2013, pp. 34–36.
- [5] Khabirov I.K., Mustafin R.F., Iskandarova A.M., Rayanova A.R. *Zavisimost' produktivnosti lesov ot zapasa snezhnogo pokrova na lesnykh uchastkakh Ufimskogo rayona Respubliki Bashkortostana* [Dependence of forest productivity on the snow cover in forest areas of the Ufa district of the Republic of Bashkortostan]. *Permskiy agrarnyy vestnik* [Perm Agrarian Journal], 2017, no. 3, pp. 155–159.
- [6] Arslanov A.A., Mustafin R.F. *Rekomendatsii po uchetu drevesno-kustarnikovykh rastitel'nosti pri raschetakh ustoychivosti sklonov* [Recommendations on the accounting of trees and shrubs in calculating the sustainability of slopes]. *Gradostroitel'stvo i arkhitektura* [Urban planning and architecture], 2013, no. 1 (9), pp. 71–80.
- [7] Anoshkin A.V. *Otsenka estestvennykh razmyvov beregov srednikh rek v predelakh urbanizirovannykh territoriy (na primere g. Birobidzhan)* [Assessment of natural erosion of the banks of medium rivers within urbanized areas (using the example of Birobidzhan)]. *Regional'nye problemy* [Regional problems], 2005, no. 6–7, pp. 54–59.
- [8] Deryugin A.A., Moiseev B.N. *Vodoreguliruyushchaya funktsiya lesa i ee izmenenie pod vliyaniem rubok* [Water regulating function of a forest and its change under the influence of logging]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2004, no. 9, pp. 41–50.
- [9] Isangulov F.S., Gabdrakhimov K.M. *Formirovanie ustoychivyykh nasazhdeniy na oblesennykh krutosklonakh Belebeyevskoy vozvysheynosti* [Formation of sustainable plantations on forested steep slopes of the Belebey Upland]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 2011, no. 2, pp. 38–39.
- [10] Gabdrakhimov K.M. *Lesorastitel'nye svoystva pochv i produktivnost' nasazhdeniy Predural'ya* [Forest Properties of soils and productivity of plantings of the Urals]. *Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk* [Abstract of the thesis for the degree of Cand. Sci. (Biological)]. Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet, 1990, 22 p.
- [11] Zagitova L.R. *Otsenka antropogennykh izmeneniy stoka v bassejne r. Beloy* [Assessment of anthropogenic changes in runoff in the Belaya river basin]. *Diss. ... kand. geogr. nauk* [Thesis for the degree of Cand. Sci. (Geographical)]. Perm': PermGTU, 2004, 119 p.
- [12] Zagitova L.R., Mustafin R.F. *Osobennosti zagryazneniya reki Zigan ob'ektami nefte-dobychi* [The Peculiarities of pollution of the river Zigan objects of oil production]. *Mezhvedomstvennyy sbornik materialov, posvyashchennykh Vsemirnomu dnyu vodnykh resursov* [Interdepartmental collection of materials on world water day]. Ufa: RITs BashGAU, 2012, pp. 63–66.
- [13] Voronkevich S.D. *Osnovy tekhnicheskoy melioratsii gruntov* [Fundamentals of technical soil reclamation]. Moscow: Nauchnyy mir [Scientific world], 2005, 504 p.
- [14] Mashchenko A.B., Ponomarev A.B., Sychkina E.N. *Spetsial'nye razdely mekhaniki gruntov i mekhaniki skal'nykh gruntov* [Special topics of soil mechanics and rock mechanics soil]. Perm': PNIPU, 2014, 176 p.
- [15] Smirnov A.I. *Ploshchadnaya eroziya rek na territorii Respubliki Bashkortostan* [Area erosion of rivers in the territory of the Republic of Bashkortostan]. *Geologicheskii sbornik. Informatsionnye materialy IG UNTs RAN* [Geological collection. Information materials UNC RAS]. Ufa: Dizayn Press [Design Press], 2013, no. 10, pp. 34–36.
- [16] Perel'muter M.A., Fedorovskiy V.G. *Otkos. Analiz ustoychivosti otkosov i sklonov*. [The Slope. The analysis of stability of slopes and slopes]. Moscow: SCAD Structure, 2007, 15 p.
- [17] Katzenach R., Werner A. The use of trees and shrubs roots as reinforcement elements / Proc. of the 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. Spain, Madrid, 24–27 September 2007. Ed. V. Cuéllar, E. Dapena. Rotterdam, The Netherlands: Millpress Science Publishers, pp. 1485–1490.
- [18] Onuchin A.A. GIS as a tool for identification of forest water. Protection areas published in *Sibirski Ekologicheski Zhurnal*, 2008, vol. 15, no. 3, pp. 451–455.
- [19] Zhang Chao Bo, Chen Li Hua, Jiang Jing Vertical root distribution and root cohesion of typical tree species on the Loess Plateau, China. *Arid Land*, 2014, no. 6, pp. 601–611.
- [20] Hemmati S., Gatmiri B., Cui Y.J., Vincent M. Validation d'un modèle d'extraction d'you par des racines d'arbre implanté dans θ -stoc. *Comptes Rendus du XVII^{ème} Congrès international de mécanique des sols et d'ingénierie géotechnique*. Alexandrie, Egipte, 5–9 October, 2009. Amsterdam: IOS Press, pp. 890–915.

Authors' information

Mustafin Radik Flusovich — Cand. Sci. (Agriculture), Dean of the faculty of natural resources and the construction of the Bashkir State Agrarian University, mustafin-1976@mail.ru

Gabdrakhimov Kamil Makhmutovich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor of forestry and landscape design, Director of the Institute of environmental management of the Bashkir State Agrarian University, gabdrahimov@mail.ru

Ryzhkov Igor Borisovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor of the department of environmental engineering, construction, and hydraulics Bashkir State Agrarian University, ig-ryzhk@yandex.ru

Rayanova Angelica Romasovna — post graduate of the Department of environmental engineering, construction and hydraulics of the Bashkir State Agrarian University, anzhelika.rayanova@mail.ru

Received 18.12.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Д.Ю. Ромашкин, И.В. Ромашкина, В.В. Калнин, А.А. Пророков, А.Д. Карпов

ФБУ ВНИИЛМ, 141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

info@roslesrad.ru, kalnin@vniilm.ru

Проводилось изучение возможности ранней индикации снижения биологической устойчивости лесных экосистем в условиях радиоактивного загрязнения цезием-137 на основе морфогенетической оценки состояния видов древесных растений — эдификаторов. Приведены результаты предварительной оценки биологической устойчивости лесных насаждений на стационарных участках сети радиационного мониторинга лесов, сделанной по стандартной методике, применяемой при осуществлении лесопатологического мониторинга. Рассмотрены основные причины снижения биологической устойчивости лесных насаждений в условиях радиоактивного загрязнения и специфические факторы, оказывающие влияние на этот процесс. Проведена морфогенетическая оценка биологической устойчивости лесных насаждений в условиях радиоактивного загрязнения на основе сравнения морфометрических параметров хвоинок сосны обыкновенной, листовых пластин березы повислой, отобранных в различных зонах загрязнения на лесных участках с чистыми по составу сосновыми насаждениями и смешанными сосново-березовыми. Выявлено, что в условиях радиоактивного загрязнения цезием-137 (Брянская область), при близких характеристиках лесорастительных условий участков, более высокой устойчивостью обладают смешанные насаждения по сравнению с чистыми по составу сосновыми древостоями. Обнаружено, что нарушения морфогенеза листовых пластинок и хвои увеличиваются с ростом плотности загрязнения почвы радионуклидами и удельной активности радионуклидов в структурных частях древесных растений. Использование морфогенетических методов оценки биологической устойчивости лесных насаждений в условиях радиоактивного загрязнения позволяет выявлять снижение биологической устойчивости на более ранних стадиях, чем традиционные методы, применяемые при лесопатологическом мониторинге лесов.

Ключевые слова: радиоактивное загрязнение лесов, биологическая устойчивость, морфогенетическая оценка устойчивости

Ссылка для цитирования: Ромашкин Д.Ю., Ромашкина И.В., Калнин В.В., Пророков А.А., Карпов А.Д. Морфогенетическая оценка биологической устойчивости лесных насаждений в условиях радиоактивного загрязнения // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 84–91. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-84-91

Крупнейшая в истории радиационная катастрофа на Чернобыльской АЭС в 1986 г. привела к загрязнению значительных территорий долгоживущими радионуклидами. В зонах радиоактивного загрязнения оказалось более 1 миллиона гектаров земель лесного фонда, расположенных в 15 субъектах Российской Федерации. Основным дозообразующим радионуклидом на загрязненных в результате Чернобыльской катастрофы территориях, после распада короткоживущих изотопов, остался цезий-137 [1].

Наличие фактора радиоактивного загрязнения природной среды нарушило сложившийся режим ведения лесного хозяйства, потребовало введения ограничений в осуществление использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов [2–5].

По данным радиационно-экологического мониторинга в загрязненных радионуклидами лесах снижение биологической и противопожарной устойчивости насаждений наблюдается от зон с низкой к зонам с высокой плотностью загрязнения почвы радионуклидами [6, 7].

В значительной степени это объясняется косвенным влиянием радиационного фактора. Ограничения хозяйственной деятельности на загрязненных радионуклидами территориях сократили

объемы проведения лесохозяйственных мероприятий в лесах [8]. Но, помимо косвенного воздействия, ионизирующее излучение может непосредственно нарушать стабильность генома древесных растений [9], а при определенных условиях радиационный фактор способен изменять генетическую структуру природных популяций [10–12].

Оценка биологической устойчивости лесов, загрязненных радионуклидами в результате радиационных аварий и катастроф, в условиях ограниченного ведения лесного хозяйства является важнейшей задачей лесного планирования и управления территориями в зонах радиоактивного загрязнения.

Применяемые в настоящее время в лесном хозяйстве методы оценки биологической устойчивости на основе шкалы категорий состояния деревьев и шкалы оценки биологической устойчивости насаждений [13, 14] дают результаты, фиксирующие свершившийся факт потери устойчивости лесными экосистемами. Такой подход оправдан в контексте назначения мер по ликвидации последствий события. Но точность и чувствительность этого метода недостаточны для проектирования профилактических защитных мероприятий в зонах радиоактивного загрязнения [15].

Цель работы

Задачей данной работы является поиск методов более точной оценки биологической устойчивости лесных экосистем на ранних стадиях ее снижения. В частности, использование для биоиндикационной оценки индекса флуктуирующей асимметрии, морфогенетического показателя стабильности развития и модификационной изменчивости.

Материалы и методы

В качестве объектов исследований были подобраны лесные участки в зонах радиоактивного загрязнения цезием-137 в Брянской области, в наиболее пострадавшем от Чернобыльской катастрофы регионе. Для предварительной оценки биологической устойчивости лесов использованы стационарные участки радиационного мониторинга лесов (РМЛ). Для отработки методики оценки биологической устойчивости, основанной на морфогенетических показателях стабильности развития древесных растений — эдификаторов, были подобраны участки со сходными типами лесорастительных условий в чистых по породному составу хвойных насаждениях и смешанных, сосново-березовых, расположенных в различных зонах радиоактивного загрязнения лесов цезием-137.

Методика исследований

Предварительная оценка биологической устойчивости на стационарных участках сети РМЛ проводилась классическими методами, применяемыми при лесопатологических обследованиях [16] и таксации лесов [17]. На основе проведенной оценки выявлены признаки лесных насаждений, наиболее и наименее устойчивых в условиях радиоактивного загрязнения. С учетом результатов предварительной оценки подобраны дополнительные участки в чистых и смешанных насаждениях для отработки методов с использованием индекса флуктуирующей асимметрии (ИФА).

На подобранных участках определены координаты, проведены измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД), отобраны пробы почвы для спектрометрических измерений, подобраны модельные деревья, с которых взяты листья (хвоя) для морфометрических измерений, а также структурные части деревьев для расчета удельной активности цезия-137, проведены дендрометрические измерения модельных деревьев.

Удельная активность радионуклидов в отобранных пробах определялась по методике измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения SpectraLine и полупроводниковых детекторов [18].

Морфогенетические показатели стабильности развития древесных растений — эдификаторов [19] определялись с использованием ИФА [20]. Для листьев березы повислой использована методика оценки качества среды [21, 22], для хвои сосны обыкновенной методика М.В. Козлова [23, 24].

Обработка отсканированных изображений листьев и хвои осуществлялась в полуавтоматическом режиме с использованием программы MapInfo 9.0 Pro [25]. Данные обработаны статистически по стандартным методикам [26, 27].

Результаты и обсуждение

Проведена оценка биологической устойчивости насаждений на лесных участках в зонах радиоактивного загрязнения цезием-137.

Для предварительной оценки были использованы принципы подразделения лесных участков в зонах радиоактивного загрязнения на классы биологической устойчивости (жизнеспособности), разработанные МГУЛ [13, 14].

Было отобрано 15 стационарных участков (СУ) сети радиационного мониторинга лесов в Брянской области, в различных зонах радиоактивного загрязнения, представляющих собой наиболее распространенные типы насаждений для данного региона.

На стационарных участках была проведена оценка биологической устойчивости насаждения. При этом определялись: параметры радиационной обстановки; состав насаждения; полнота, запас сухостоя и валежника; текущий и общий отпад; характер усыхания; наличие поврежденных насекомыми и болезнями; средневзвешенная категория состояния деревьев; состояние лесной среды; класс биологической устойчивости насаждения.

В результате проведенной оценки было выявлено, что в зонах загрязнения цезием-137 из 15 обследованных СУ на пяти лесных участках нарушена биологическая устойчивость (II класс), на одном лесном участке биологическая устойчивость утрачена (III класс). Участок с утраченной биологической устойчивостью имеет смешанный состав, но распад насаждения здесь произошел после интенсивного низового пожара.

Анализ данных предварительной оценки показывает, что наименее устойчивыми являются чистые по составу насаждения сосны, из групп возраста — приспевающие (насаждения естественного происхождения) или молодняки (лесные культуры). Стационарные участки со смешанными насаждениями (за исключением участка 8Ч, пройденного лесным пожаром) различных групп возраста имеют более высокие классы биологической устойчивости.

Т а б л и ц а 1

**Параметры и характеристики состояния насаждений
на стационарных участках сети РМЛ**

Parameters and characteristics of stand state in stationary sites of the radioactive forest monitoring network

Код участка	Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs, кБк/м ²	Тип лесорастительных условий	Полнота	Средний возраст, лет	Состав насаждений	Общий отпад, %	Усыхание	Повреждения насекомыми и болезнями	Средневзвешенная категория состояния	Состояние лесной среды	Класс биологической устойчивости
1Ч	625,10	B2	0,50	80	10С	26	Групповое	Имеются	2,3	Не нарушена	II
2Ч	452,44	B2	0,63	70	4Б3Олч2Д1Ос	До 10	Единичное	Отсутствуют	До 1,5	Не нарушена	I
3Ч	381,34	B3	0,83	70	7С3Б	До 10	Единичное	Отсутствуют	До 1,5	Не нарушена	I
4Ч	355,17	B2	1,12	65	10С	До 10	Единичное	Отсутствуют	До 1,5	Не нарушена	I
5Ч	222,19	A2	0,96	90	10С+Б	До 10	Единичное	Отсутствуют	До 1,5	Не нарушена	I
6Ч	278,75	A3	1,14	80	10С+Б	До 10	Единичное	Отсутствуют	До 1,5	Не нарушена	I
7Ч	731,11	A2	0,50	90	10С	25	Групповое	Имеются	2,2	Нарушена	II
8Ч	269,17	B2	0,20	90	3Е3Ос2С1Д1Б	> 50	Куртинное	Очаг	> 4,5	Нарушена	III
9Ч	286,72	С3	0,82	65	9Б1Ос+Кл+Лп	8	Единичное	Отсутствуют	1,4	Не нарушена	I
10Ч	367,87	B2	0,60	95	5С4Б1Ос	7	Единичное	Отсутствуют	До 1,5	Не нарушена	I
11Ч	3113,40	B2	0,50	83	10С	28	Групповое	Имеются	2,3	Нарушена	II
12Ч	393,13	B2	0,89	70	5С3КЛО2В	8	Единичное	Отсутствуют	1,4	Не нарушена	I
13Ч	746,22	B2	0,63	40	9С1Б	9	Единичное	Отсутствуют	1,3	Не нарушена	I
14Ч	360,47	B2	0,70	27	10С	23	Групповое	Имеются	2,1	Нарушена	II
15Ч	276,11	B2	0,70	14	10С	25	Групповое	Имеются	2,3	Нарушена	II

Параметры и характеристики состояния насаждений на обследованных стационарных участках представлены в табл. 1. Все исследованные участки с нарушенной и утраченной биологической устойчивостью находятся в зонах средней, высокой и крайне высокой степени загрязнения лесов радионуклидами цезия-137.

Статистически значимая зависимость устойчивости насаждений от параметров радиационной обстановки по данным предварительной оценки не наблюдалась в связи с грубостью применяемого метода оценки устойчивости. Критерии, используемые при оценке биологической устойчивости насаждений, применяемые при лесопатологических обследованиях, не позволяют выявить снижение устойчивости на ранних стадиях, когда внешние признаки ослабления деревьев не проявляются или проявлены в минимальной степени.

По результатам анализа данных предварительной оценки были определены параметры

модельных объектов полевых исследований по морфогенетической оценке биологической устойчивости. В качестве модельных объектов были выбраны лесные участки в сходных лесорастительных условиях с двумя типами насаждений:

1) чистые по породному составу сосняки естественного или искусственного происхождения, произрастающие на почвах с различными уровнями радиоактивного загрязнения цезием-137, как предположительно наименее устойчивый тип насаждений;

2) смешанные насаждения, в состав которых входят сосна и береза, произрастающие на почвах с различными уровнями радиоактивного загрязнения цезием-137, как предположительно наиболее устойчивый тип насаждений.

Все подобранные участки имеют I класс биологической устойчивости (устойчивые) по шкале оценки биологической устойчивости насаждений, применяемой при лесопатологическом мониторинге.

Т а б л и ц а 2

**Характеристика участков с усредненными данными
морфогенетической оценки насаждений**
Characteristics of sites with averaged data of stand morphogenetic value

№ участка	Плотность загрязнения почвы, кБк/м ²	Зона, Ки/км ²	Состав	Полнота	Удельная активность хвои (листьев), Бк/кг	ИФА хвои (листьев)
1	16,65 ± 1,48	1–5	10С	0,7	42,2 ± 14,7	0,023 ± 0,003
2	765,9 ± 51,8	5–15	10С	0,7	73,1 ± 30,5	0,027 ± 0,003
3	1154,4 ± 107,3	≥ 40	10С	0,8	547,9 ± 152,1	0,054 ± 0,007*
4	836,2 ± 22,2	15–40	3С3Кло2Б1Ос1Д	0,8	33,5 ± 9,8 (63,2 ± 23,2)	0,025 ± 0,002 (0,051 ± 0,001)
5	991,6 ± 107,3	≥ 40	5С3Б1Д1Ос+Олч	0,7	47,9 ± 9,4 (71,2 ± 26,7)	0,030 ± 0,002 (0,062 ± 0,002)

Примечание. * — отличия от контроля значимы с вероятностью $p \leq 0,05$.

Т а б л и ц а 3

**Функции желательности Харрингтона (*D*), рассчитанные с использованием ИФА
для участков чистых сосновых и смешанных насаждений**
Harrington desirability functions (*D*), calculated using IFA for sites
with monodominant pine and mixed stands

Участок / тип насаждения	Плотность загрязнения почвы, кБк/м ²	Средняя удельная активность хвои (листьев), кБк/кг	Значение <i>D</i>	Балл по интегральной шкале	Состояние экосистемы
1 / чистые сосновые	0,45	С – 42,2	0,70	4	Начальная фаза антропогенной трансформации
2 / чистые сосновые	20,7	С – 73,1	0,62	4	Начальная фаза антропогенной трансформации
3 / чистые сосновые	31,2	С – 547,9	0,11	1	Зона экологического бедствия
4 / смешанные	22,6	С – 33,5 Б – 63,2	0,60	4	Начальная фаза антропогенной трансформации
5 / смешанные	26,8	С – 47,9 Б – 71,2	0,52	3	Зона экологического кризиса

Примечание. С — сосна, Б — береза.

Данные о биологической устойчивости в чистых сосновых насаждениях получены на трех лесных участках, которые были обследованы в 2015–2016 гг. в рамках работ по использованию ИФА для биоиндикационной оценки [25]. Для оценки биологической устойчивости в смешанных насаждениях были заложены 2 дополнительных участка в зоне загрязнения 15–40 Ки/км² и в зоне 40 и более Ки/км², в составе которых кроме сосны присутствуют береза и твердолиственные породы. Характеристики исследуемых лесных участков и усредненные данные морфогенетической оценки насаждений с использованием ИФА хвои сосны и листьев березы представлены в табл. 2.

Морфогенетическая оценка смешанных насаждений, произрастающих в зоне радиоактивного загрязнения цезием-137, производилась с применением интегральной оценки для комплексной биоиндикации состояния лесных экосистем [28], учитывающей несколько регистрируемых призна-

ков, в данном случае ИФА двух лесообразующих пород (сосна, береза).

Чтобы провести полный анализ по всей совокупности полученных данных, используя ИФА березы и сосны, была рассчитана функция желательности Харрингтона (*D*), которая представляет собой способ перевода множества значений ИФА в единую числовую шкалу [29]. Результаты оценки по интегральной шкале функции желательности Харрингтона представлены в табл. 3.

Данные по исследованным участкам показывают, что ИФА хвои сосны обыкновенной возрастает при увеличении радиоактивного загрязнения участка и положительно коррелирует с содержанием цезия-137 в органах и тканях растений ($R = +0,997$). Такая же зависимость между ИФА и удельной активностью цезия в листьях наблюдается и у березы повислой ($R = +0,996$). Полученные данные согласуются с полученными ранее результатами работ [25]. Кроме того, результаты

свидетельствуют о том, что ИФА хвоинок сосны на смешанных участках при близких значениях плотности загрязнения почвы цезием-137 меньше, т. е. деревья сосны в смешанных насаждениях имеют более высокую биологическую устойчивость, чем в чистых по составу сосняках. Средние значения ИФА листьев березы на двух участках смешанных насаждений также возрастают при увеличении содержания радионуклидов в почве и структурных частях деревьев, что согласуется с ранее полученными данными по ИФА березы [25].

Выводы

В результате проведенных исследований было выявлено, что индекс флуктуирующей асимметрии хвои сосны обыкновенной и листовой пластинки березы повислой возрастает при увеличении радиоактивного загрязнения участка цезием-137. При этом увеличение значения ИФА коррелирует с увеличением содержания радионуклидов в органах и тканях растений как в условиях чистых по породному составу сосняков, так и в смешанных насаждениях.

Выявлена прямая связь интегрального показателя D , рассчитываемого на основе полученных значений ИФА, и биологической устойчивости исследуемых участков. Таким образом, используя шкалу состояния лесных экосистем, основанную на функции желательности Харрингтона D , можно сделать выводы о биологической устойчивости насаждений, регистрируя изменение состояния на ранних стадиях ее снижения.

При сравнении лесных участков с близкими лесоводственными и таксационными параметрами, совпадающими типами лесорастительных условий, расположенными на территориях с различными уровнями загрязнения почвы радионуклидами, обнаружено, что при увеличении плотности загрязнения почвы и структурных частей деревьев цезием-137 биологическая устойчивость лесных насаждений снижается.

При сравнении лесных участков, покрытых чистыми насаждениями сосны и смешанными насаждениями с ее участием, с аналогичными лесорастительными условиями и одинаковой плотностью загрязнения почвы радионуклидом, смешанные насаждения являются более устойчивыми при радиоактивном загрязнении цезием-137, чем чистые монокультуры сосны.

Использование морфогенетических методов оценки биологической устойчивости лесных насаждений в условиях радиоактивного загрязнения на основе применения ИФА, а также рассчитанной с использованием ИФА интегральной шкалы значений функции желательности Харрингтона, позволяет выявлять снижение биологической

устойчивости на более ранних стадиях, чем традиционные методы, применяемые при лесопатологическом мониторинге лесов.

Работа выполнялась в рамках Государственного задания «Проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства».

Список литературы

- [1] Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси (АСПА Россия – Беларусь) / под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. Москва; Минск: Фонд «Инфосфера» – НИА-Природа, 2009. 140 с.
- [2] Марадудин И.И., Ветров В.А., Ипатьев В.А. Воздействие аварии на Чернобыльской АЭС на лесное хозяйство загрязненных территорий Беларуси, России и Украины. Доклад группы экспертов для XIX Сессии ФАО/ЕЭК/МОТ. Минск: БГУ, 1992. 25 с.
- [3] Марадудин И.И., Панфилов А.В., Шубин В.А. Основы прикладной радиоэкологии леса. М.: ВНИИЛМ, 2001. 224 с.
- [4] Марадудин И.И., Жуков Е.А., Радин А.И., Раздайводин А.Н. Влияние биолого-лесоводственных факторов на миграцию цезия-137 в лесных экосистемах // Материалы Междунар. конф. «Чернобыль 20 лет спустя. Стратегия восстановления и устойчивого развития пострадавших регионов». Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2006. С. 240–241.
- [5] Шевчук В.Е., Скрыбин А.И. Оценка доз облучения населения при профессиональном и бытовом контакте с лесом. Минск: ИЛ АНБ, 1994. С. 118–122.
- [6] Раздайводин А.Н., Чубугина И.В., Ромашкин Д.Ю., Радин А.И., Пророков А.А., Чиркова Е.А. Оценка биологической устойчивости лесов в зонах радиоактивного загрязнения по флуктуирующей асимметрии хвои сосны обыкновенной // Современное состояние и перспективы охраны и защиты лесов в системе устойчивого развития. Материалы Международной научно-практической конф. Гомель: ИЛ НАН Республики Беларусь, 2013. С. 267–271.
- [7] Панфилов А.В., Панфилова Е.Н., Сидоров В.П. Радиочувствительность и санитарное состояние основных насаждений в зоне аварии на ЧАЭС // Тез. докл. I Междунар. конф. «Биологические и радиоэкологические последствия аварии на ЧАЭС» (Зеленый Мыс 10–18.09.1990). Москва, 1990. 19 с.
- [8] Марадудин И.И., Жуков Е.А., Раздайводин А.Н. Радиоэкологическое районирование лесов, загрязненных радионуклидами // Радиационная биология. Радиоэкология, 2009. Т. 49. № 4. С. 502–509.
- [9] Дубинин Н.П. Проблемы радиационной генетики. М.: Атомиздат, 1961. 468 с.
- [10] Дубинин Н.П., Кальченко В.А. Мутагенез и уровни радиации в местах обитания популяций // Известия АН СССР. Серия «Биология», 1984. № 5. С. 645–652.
- [11] Романовский М.Г. Формирование урожая семян сосны в норме и при мутагенном загрязнении. М.: Наука, 1997. 112 с.
- [12] Miciceta K. The use of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arnold as bioindicator species for environmental pollution // Cytogenetic studies of forest trees and shrub species. Zagreb, 1997, pp. 253–264.

- [13] Мозолевская Е.Г., Селиховкин А.В., Ижевский С.С. Лесная энтомология / под ред. Е.Г. Мозолевской. М.: Академия, 2010. 416 с.
- [14] Мозолевская Е.Г. Методы оценки влияния вредителей и болезней леса на состояние насаждений // Методы мониторинга вредителей и болезней леса. Справочник. Т. III: Болезни и вредители в лесах России / под ред. В.К. Тузова. М.: ФАЛХ МПР РФ, 2004. С. 95–108.
- [15] Жуков А.М. Динамика лесопатологического состояния древостоев на загрязненных радионуклидами территориях // Вопросы лесной радиоэкологии / под ред. А.И. Чилимова. М.: МГУЛ, 2000. С. 137–169.
- [16] Об утверждении порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования. Приказ Минприроды России от 16.09.2016 № 480 (ред. от 22.08.2017). Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 № 45200. URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения 25.12.2017 г.).
- [17] Об утверждении Лесоустроительной инструкции. Приказ Рослесхоза от 12.12.2011 №516. Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.03.2012 № 23413 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. № 23. 04.06.2012.
- [18] Активность радионуклидов в счетных образцах. Методика измерений на гамма-спектрометрах с использованием программного обеспечения SpectraLine. Свидетельство об аттестации № 43151.4Б207/01.00294-2010 от 28.02.2014 г.
- [19] Захаров В.М., Яблоков А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций // Новые методы изучения почв, животных в радиоэкологических исследованиях. М.: Наука, 1985. С. 176–185.
- [20] Kozlov M.V., Wilsey B.J., Koricheva J., Haukioja E. Fluctuation asymmetry of birch leaves increases under pollution impact // *J. Appl. Ecology*, 1996, no. 33, pp. 1489–1495.
- [21] Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое пособие для заповедников. М.: Центр экологической политики России, 2000. 318 с.
- [22] Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). МПР РФ. Введ. 16.10.03. № 460-Р. М., 2003. 24 с.
- [23] Kozlov M.V. Difference in needle length – a new and objective indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*) // *Water, Air and Soil Pollution*, 1999, vol. 116, pp. 365–370.
- [24] Kozlov M.V. Needle fluctuating asymmetry as a sensitive indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*) // *Ecological indicators*, 2002, vol. 1, pp. 271–277.
- [25] Ромашкин Д.Ю., Чубугина И.В., Радин А.И., Раздайводин А.Н. Использование индекса флуктуирующей асимметрии для биоиндикационной оценки биологической устойчивости лесов в зонах радиоактивного загрязнения // *Вестник МГУЛ–Лесной вестник*, 2016. № 5. С. 122–128.
- [26] Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
- [27] Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с.
- [28] Научное обоснование методов комплексной биоиндикации состояния лесных генетических ресурсов при аэротехногенном радиоактивном загрязнении // Отчет о научно-исследовательской работе Государственного задания на осуществление научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов / под ред. А.Н. Раздайводина. Пушкино: ФБУ ВНИИЛМ, 2016. 135 с.
- [29] Дмитриев В.В. Определение интегрального показателя состояния природного объекта как сложной системы // *Общество. Среда. Развитие*, 2009. № 4. С. 146–165.

Сведения об авторах

Ромашкин Дмитрий Юрьевич — зав. лабораторией радиационной экологии ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Ромашкина Ирина Владимировна — канд. биол. наук, вед. науч. сотр. отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Калнин Вадим Викторович — канд. биол. наук, профессор Российской академии естествознания, заместитель начальника отдела информационных технологий, заведующий сектором анализа данных ФБУ ВНИИЛМ, kalnin@vniilm.ru

Пророков Андрей Алексеевич — зав. лабораторией химико-аналитических исследований ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Карпов Антон Дмитриевич — науч. сотр. отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Поступила в редакцию 20.12.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

MORPHOGENETIC EVALUATION OF BIOLOGICAL TOLERANCE OF FOREST STANDS UNDER THE CONDITIONS OF RADIOACTIVE CONTAMINATION

D.Yu. Romashkin, I.V. Romashkina, V.V. Kalnin, A.A. Prorokov, A.D. Karpov

VNIILM, 15, Institutskaya st., 141200, Pushkino, Moscow Region, Russia

info@roslesrad.ru, kalnin@vniilm.ru

The authors studied the possibility of early indication of decrease in biological tolerance of forest ecosystems under the conditions of radioactive contamination by cesium-137 based on morphogenetic evaluation of status of edificatory tree species. The results of preliminary evaluation of biological tolerance of forest stands on stationary sites of radiation monitoring network are represented being obtained using the standard forest pathology methods. Basic reasons of decrease in biological tolerance of forest stands under the conditions of radioactive contamination are examined, as well as specific factors influencing the process. The morphogenetic evaluation under the conditions of radioactive contamination is conducted using the comparison of morphometric parameters of pine (*Pinus sylvestris*) needles and birch (*Betula pendula*) leaves collected in different zones of contamination from forest sites with monodominant pine and mixed pine-birch stands. Mixed stands were shown to possess higher tolerance as compared to monodominant pine ones under the conditions of radioactive contamination by cesium-137 (Bryansk region) at similar characteristics of site conditions. Dysfunctions of morphogenesis of leaves and needles proved to increase with progressing soil contamination density and relative activity of radionuclides in structural parts of trees. The use of morphogenetic methods of evaluation of biological tolerance of forest stands under the conditions of radioactive contamination makes it possible to reveal the decrease in biological tolerance at earlier stages as compared to traditional methods used in forest pathological monitoring.

Keywords: forest radioactive contamination, biological tolerance, morphogenetic evaluation of tolerance

Suggested citation: Romashkin D.Yu., Romashkina I.V., Kalnin V.V., Prorokov A.A., Karpov A.D. *Morfogeneticheskaya otsenka biologicheskoy ustoychivosti lesnykh nasazhdeniy v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya* [Morphogenetic evaluation of biological tolerance of forest stands under the conditions of radioactive contamination]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 84–91. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-84-91

References

- [1] *Atlas sovremennykh i prognoznnykh aspektov posledstviy avarii na Chernobyl'skoy AES na postradavshikh territoriyakh Rossii i Belarusi (ASPA Rossiya – Belarus')* [The Atlas of recent and predictable aspects of consequences of Chernobyl accident on polluted territories of Russia and Belarus (ARPA Russia — Belarus)]. Ed. Yu.A. Izrael', I.M. Bogdevich. Moscow; Minsk: Fond «Infosfera» – NIA-Priroda, 2009, 140 p.
- [2] Maradudin I.I., Vetrov V.A., Ipat'ev V.A. *Vozdeystvie avarii na Chernobyl'skoy AES na lesnoe khozyaystvo zagryaznennykh territoriy Belarusi, Rossii i Ukrainy. Doklad gruppy ekspertov dlya XIX Sessii FAO/EEK/MOT* [The impact of the Chernobyl nuclear power plant accident on forestry in the contaminated areas of Belarus, Russia and Ukraine]. Minsk: BGU, 1992, 25 p.
- [3] Maradudin I.I., Panfilov A.V., Shubin V.A. *Osnovy prikladnoy radioekologii lesa* [Fundamentals of applied forest radioecology]. Moscow: VNIILM, 2001, 224 p.
- [4] Maradudin I.I., Zhukov E.A., Radin A.I., Razdayvodin A.N. *Vliyanie biologo-lesovodstvennykh faktorov na migratsiyu tseziya-137 v lesnykh ekosistemakh* [The influence of biological-silvicultural factors on the migration of cesium-137 in forest ecosystems]. *Materialy Mezhdunar. konf. «Chernobyl' 20 let spustya. Strategiya vosstanovleniya i ustoychivogo razvitiya postradavshikh regionov»*. Gomel': Institut radiologii, 2006, pp. 240–241.
- [5] Shevchuk V.E., Skryabin A.I. *Otsenka doz oblucheniya naseleniya pri professional'nom i bytovom kontakte s lesom* [Assessment of radiation doses on the population in professional and domestic contact with the forest]. Minsk: IL ANB, 1994, pp. 118–122.
- [6] Razdayvodin A.N., Chubugina I.V., Romashkin D.Yu., Radin A.I., Prorokov A.A., Chirkova E.A. *Otsenka biologicheskoy ustoychivosti lesov v zonakh radioaktivnogo zagryazneniya po fluktuiruyushchey asimmetrii khvoi sosny obyknovlenno* [Estimation of the forests biological stability by pine needles fluctuating asymmetry growing in the zones of radioactive contamination]. *Sovremennoe sostoyanie i perspektivy okhrany i zashchity lesov v sisteme ustoychivogo razvitiya*. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konf. Gomel'*: IL NAN Respubliki Belarus', 2013, pp. 267–271.
- [7] Panfilov A.V., Panfilova E.N., Sidorov V.P. *Radiochuvstvitel'nost' i sanitarnoe sostoyanie sosnovykh nasazhdeniy v zone avarii na ChAES* [Radio sensitivity and sanitary state of pine plantations in the Chernobyl accident zone]. *Tez. dokl. I Mezhdunar. Konf. «Biologicheskie i radioekologicheskie posledstviya avarii na ChAES» (Zelenyy Mys 10–18.09.1990)*. Moscow, 1990. 19 p.
- [8] Maradudin I.I., Zhukov E.A., Razdayvodin A.N. *Radioekologicheskoe rayonirovanie lesov, zagryaznennykh radionuklidami* [Radioecological division of the russian forests contaminated by radionuclides]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2009, t. 49, no. 4, pp. 502–509.
- [9] Dubinin N.P. *Problemy radiatsionnoy genetiki* [Problems of radiation genetics]. Moscow: Atomizdat, 1961, 468 p.
- [10] Dubinin N.P., Kal'chenko V.A. *Mutagenez i urovni radiatsii v mestakh obitaniya populyatsiy* [Mutagenesis and radiation levels in habitats of populations]. *Izvestiya AN SSSR. Ser. «Biologiya»*, 1984, no. 5, pp. 645–652.
- [11] Romanovskiy M.G. *Formirovanie urozhaya semyan sosny v norme i pri mutagennom zagryaznenii* [Formation of pine seed yield in normal and mutagenic pollution]. Moscow: Nauka, 1997, 112 p.
- [12] Micieta K. The use of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arnold as bioindicator species for environmental pollution. *Cytogenetic studies of forest trees and shrub species*. Zagreb, 1997, pp. 253–264.

- [13] Mozolevskaya E.G., Selikhovkin A.V., Izhevskiy S.S. *Lesnaya entomologiya* [Forest Entomology]. Ed. E.G. Mozolevskaya. Moscow: Akademiya, 2010, 416 p.
- [14] Mozolevskaya E.G. *Metody otsenki vliyaniya vreditel'ey i bolezney lesa na sostoyanie nasazhdeniy* [Methods of the impact of pests and forest diseases estimation on the state of stands]. Metody monitoringa vreditel'ey i bolezney lesa. Spravochnik, t. III: Bolezni i vrediteli v lesakh Rossii. Ed. V.K. Tuzov. Moscow: FALKH MPR RF, 2004, pp. 95–108.
- [15] Zhukov A.M. *Dinamika lesopatologicheskogo sostoyaniya drevostoev na zagryaznennykh radionuklidami territoriyakh* [Dynamics of the forest stands forest-pathological status in the contaminated areas by radionuclides]. Voprosy lesnoy radioekologii. Ed. A.I. Chilimov. Moscow: MSFU, 2000, pp. 137–169.
- [16] *Ob utverzhdenii poryadka provedeniya lesopatologicheskikh obsledovaniy i formy akta lesopatologicheskogo obsledovaniya. Prikaz Minprirody Rossii ot 16.09.2016 № 480 (red. ot 22.08.2017). Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 13.01.2017 № 45200* [On approval of the procedure for carrying out forest pathological surveys and the form of an act of forest pathology surveys. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia of September 16, 2016 no. 480 (as amended on August 22, 2017). Registered in the Ministry of Justice of Russia January 13, 2017 no. 45200. Available at: <http://www.pravo.gov.ru> (accessed 25.12.2017).
- [17] *Ob utverzhdenii Lesoustroitel'noy instruksii. Prikaz Rosleskhoza ot 12.12.2011 № 516. Zaregistrirvano v Minyuste RF 06.03.2012 № 23413* [On approval of the Forest Instruction. Order of the Rosleskhoz of 12.12.2011 no. 516. Registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation on 06.03.2012 no. 23413]. Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noy vlasti, no. 23, 04.06.2012.
- [18] *Aktivnost' radionuklidov v schetnykh obraztsakh. Metodika izmereniy na gamma-spektrmetrakh s ispol'zovaniem programmnoy obespecheniya SpectraLine* [The activity of radionuclides in the counting samples. Metodika izmereniy na gamma-spektrmetrakh s ispol'zovaniem programmnoy obespecheniya SpectraLine]. Svidetel'stvo ob attestatsii [Certificate of Attestation] no. 43151.4B207/01.00294-2010 of 28.02.2014.
- [19] Zakharov V.M., Yablokov A.V. *Analiz morfologicheskoy izmenchivosti kak metod otsenki sostoyaniya prirodnykh populyatsiy* [Analysis of morphological variability as a method for the state of natural populations estimation]. Novye metody izucheniya pochv, zhivotnykh v radioekolog, issledovaniyakh. Moscow: Nauka, 1985, pp. 176–185.
- [20] Kozlov M.V., Wilsey B.J., Koricheva J., Haukioja E. Fluctuation asymmetry of birch leaves increases under pollution impact. *J. Appl. Ecology*, 1996, no. 33, pp. 1489–1495.
- [21] Zakharov V.M. *Zdorov'e sredy: metodika otsenki. Otsenka sostoyaniya prirodnykh populyatsiy po stabil'nosti razvitiya: metodicheskoe posobie dlya zapovednikov* [Environmental health: estimation methodology. The state of natural populations estimation for the stability of development: a methodological guide for reserves]. Moscow: Tsentr ekologicheskoy politiki Rossii, 2000, 318 p.
- [22] *Metodicheskie rekomendatsii po vypolneniyu otsenki kachestva sredy po sostoyaniyu zhivykh sushchestv (otsenka stabil'nosti razvitiya zhivykh organizmov po urovnyu asimmetrii morfologicheskikh struktur)* [Methodical recommendations for the quality of the environment estimation according to the state of living beings (estimation of the living organisms stability development by the level of morphological structures asymmetry)]. MPR RF; Vved. 16.10.03, no. 460-R. Moscow, 2003, 24 p.
- [23] Kozlov M.V. Difference in needle length – a new and objective indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Water, Air and Soil Pollution*, 1999, v. 116, pp. 365–370.
- [24] Kozlov M.V. Needle fluctuating asymmetry as a sensitive indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Ecological indicators*, 2002, vol. 1, pp. 271–277.
- [25] Romashkin D.Yu., Chubugina I.V., Radin A.I., Razdayvodin A.N. *Ispol'zovanie indeksa fluktuiruyushchey asimmetrii dlya bioindikatsionnoy otsenki biologicheskoy ustoychivosti lesov v zonakh radioaktivnogo zagryazneniya* [Using of the fluctuating asymmetry index to estimate the biological sustainability of forests in the contaminated areas]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2016, no. 5, pp. 122–128.
- [26] Lakin G.F. *Biometriya* [Biometry]. Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 293 p.
- [27] Plokhinskiy N.A. *Biometriya* [Biometry]. Moscow: MGU, 1970, 367 p.
- [28] *Nauchnoe obosnovanie metodov kompleksnoy bioindikatsii sostoyaniya lesnykh geneticheskikh resursov pri aerotekhnogenom radioaktivnom zagryaznenii* [Scientific background of the integrated bioindication methods of the forest genetic resources state under the aerotechnogenic radioactive contamination]. Otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote gosudarstvennogo zadaniya na osushchestvlenie nauchno-issledovatel'skikh, opytно-konstruktorskikh i tekhnologicheskikh rabot na 2016 god i na planovyy period 2017 i 2018 godov / pod red. A.N. Razdayvodin. Pushkino: VNIILM, 2016, 135 p.
- [29] Dmitriev V.V. *Opredelenie integral'nogo pokazatelya sostoyaniya prirodnogo ob'ekta kak slozhnoy sistemy* [Determination of the natural object state integral indicator as a complex system]. Obshchestvo. Sreda. Razvitie, 2009, no. 4, pp. 146–165.

Authors' information

Romashkin Dmitry Yuryevich — head of the laboratory of radiation ecology VNIILM, info@roslesrad.ru

Romashkina Irina Vladimirovna — Cand. Sci. (Biological), leading researcher of the Department of radiation ecology and forest ecotoxicology VNIILM, info@roslesrad.ru

Kalnin Vadim Viktorovich — Cand. Sci. (Biological), professor of the Russian Academy of natural history, deputy head of information technology Department VNIILM, head of the Sector of data analysis VNIILM, kalnin@vniilm.ru

Prorokov Andrei Alekseevich — head of laboratory of chemical and analytical research VNIILM, info@roslesrad.ru

Karpov Anton Dmitrievich — research fellow of the Department of radiation ecology and forest ecotoxicology VNIILM, info@roslesrad.ru

Received 20.12.2018.

Accepted for publication 24.01.2019..

УДК 630:22

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-92-97

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭТАПА РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЛИГОНОВ СКЛАДИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Н. Жидков, Л.Л. Коженков

Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства» (ФБУ ВНИИЛМ), 141202, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

zhidkov_66@mail.ru

В статье рассматривается важная экологическая проблема реабилитации и рекультивации нарушенных земель. Рассмотрены технологии ускоренной биологической фиторемедиации на отвалах производств по получению минеральных удобрений. Данные технологии снижают неблагоприятные экологические последствия отчуждения техногенно нарушенных земель. Описанные в статье экологические подходы позволяют восстановить экосистемный потенциал техногенных ландшафтов, решить проблемы по созданию в регионе приемлемой санитарно-гигиенической обстановки.

Ключевые слова: техногенное воздействие на окружающую среду, промышленные полигоны, рекультивация, восстановление нарушенных экосистем, инновации в лесном хозяйстве

Ссылка для цитирования: Жидков А.Н., Коженков Л.Л. Особенности биологического этапа рекультивации полигонов складирования вторичных материалов промышленности // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 92–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-92-97

Техногенное воздействие человечества на окружающую природную среду возрастает, и на сегодняшний день на территории Российской Федерации образовалось несколько миллионов гектаров земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых, прокладке линейных объектов, проведении лесозаготовительных, мелиоративных, геологоразведочных работ, складировании промышленных и бытовых отходов и т. п. [1–10].

Доля лесистости территории взаимосвязана с нежелательными изменениями климата: увеличивается запыленность и загазованность воздуха, увеличиваются амплитуды промерзания почвогрунтов, возрастает частота возникновений климатических аномалий [6, 8, 9]. По оценкам экспертов накопленный в Российской Федерации экологический ущерб приводит к росту заболеваемости населения, проживающего на территориях, подверженных техногенному воздействию, в 1,7–2 раза по сравнению с населенными пунктами, где нет экологических проблем [1, 7, 10]. Накопление отходов индустрии обусловлено добычей и производством полезных ископаемых и неизбежно вызывает отчуждение продуцирующих земель, при котором возникает опасность загрязнения окружающей природной среды и накопления экологического ущерба [1–14].

Согласно ГОСТ Р 57446–2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» [15], рекультивация земель представляет собой мероприятия по предотвращению деградации земель и (или)

восстановлению их плодородия посредством приведения земель в состояние, пригодное для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почв, восстановления плодородного слоя почвогрунтов, создания защитных лесных насаждений. Правительство Российской Федерации, приняв Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 03.07.2016; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017), относит земли и почвы к объектам охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности [16]. Согласно пункту 25 Постановления Правительства РФ «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» от 16.02.2008 № 87 (с изм. на 23.01.2016), определено содержание раздела «Перечень мероприятий по охране окружающей среды», который должен включать мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова. Рекультивация нарушенных и загрязненных земель осуществляется для восстановления их для сельскохозяйственных, лесохозяйственных, водохозяйственных, строительных, рекреационных, природоохранных и санитарно-оздоровительных целей. Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель [17–19].

Цель работы

Поставлена задача рассмотреть технологии ускоренной биологической фиторемедиации на отвалах производств по получению минеральных удобрений.

Материалы и методы

Объектом исследования является фосфодигидрат сульфата кальция (фосфогипс), который содержит 98 % сульфата кальция [20–22]. По данным отчетов АО «Объединенная химическая компания «УРАЛХИМ» в отвалах предприятий России накоплено 200 млн тонн фосфодигидрата сульфата кальция и ежегодно эти цифры увеличиваются на 15 млн тонн отходов [3, 21, 22], что может привести к неблагоприятным изменениям в окружающей природной среде, проявиться в загрязнении атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почвенно-растительного покрова вредными веществами в результате переноса ветром и вымывания их осадками с поверхности отвалов. Транспортировка фосфогипса в отвалы и его хранение в них нуждается в капитальных вложениях и эксплуатационных затратах, а для создания полигонов складирования отчуждаются из хозяйственного оборота значительные площади. Для смягчения экологических последствий воздействий полигонов фосфогипса на прилегающие природные территории осуществляются превентивные и природоохранные мероприятия [1–10].

На территории Воскресенского района Московской области складировается фосфогипс, образующийся при производстве АО «Воскресенские минеральные удобрения» фосфорных удобрений из апатитового концентрата Хибинского месторождения. В результате многолетнего складирования фосфогипса образовалось два полигона. Первый расположен на левом берегу реки Москвы в непосредственной близости от предприятия и в настоящее время закрыт. Второй полигон предприятия используется для складирования фосфодигидрата сульфата кальция по настоящее время.

Изучены процессы почвообразования и естественного зарастания в техногенных ландшафтах общепринятыми методами. Использованы геоботанические, лесоводственные, геоморфологические методы, а также современные инструментальные и традиционные физико-химические, химические методы. Экспедиционные полевые исследования в границах влияния предприятия выполнены по единой методике. Пробы к анализу подготавливались однообразно. Атмосферное загрязнение и метеорологические параметры (скорость и направление ветра, атмосферные явления) анализировались по данным сертифицированной передвижной газоаналитической лаборатории АО «Воскресенские минеральные удобрения».

Результаты и обсуждение

В результате проведенных многолетних экспериментальных исследований научными сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства совместно со специалистами АО «Воскресенские минеральные удобрения» разработана технология ускоренной лесобиологической рекультивации полигонов складирования техногенного фосфодигидрата сульфата кальция [1–10, 21, 22].

Осадки сточных вод из очистных сооружений Воскресенского района также не находят рационального применения. Изучение биологического этапа рекультивации отвалов фосфогипса позволило предложить технологию фиторемедиации, способствующей снижению атмосферного загрязнения, консервации полигона от выветривания и снижения негативных последствий от складирования, которая включает в себя следующие этапы: подготовку искусственного почвогрунта и покрытие им рекультивируемой площади берм и склонов отвалов, выбор, приобретение и доставка посадочного и посевного материала, посадку саженцев деревьев и кустарников, посев семян растений на склонах и террасах отвала, уход за формируемыми зелеными насаждениями.

Исследования проводились на пробных площадях, равномерно размещенных в пределах территории землеотвода. На рассматриваемой территории проводились научные изыскания, включающие сплошной перебор древесно-кустарниковых пород и напочвенного покрова и учет почвенной мезофауны. Экспериментально доказано, что в качестве искусственного почвогрунта для ускоренной биологической рекультивации отвалов фосфогипса наиболее целесообразно использовать смесь осадков сточных вод из местных очистных сооружений, которые богаты органическим веществом, элементами минерального питания растений, характеризуются сильной гигроскопичностью, слабощелочной реакцией и хорошей связностью песка и фосфогипса, имеющего в своем составе питательные элементы — фосфор и серу. Для рекультивации используются осина, дуб красный и сосна обыкновенная. Для экспериментальных работ в 2017 г. выращены в лабораторных условиях саженцы с закрытой корневой системой следующих древесных пород: дуба красного — 400 шт., осины — 400 шт., сосны обыкновенной — 400 шт. Разброс и разравнивание искусственного почвогрунта проводится самосвалами и бульдозерами Т-10 АО «Воскресенские минеральные удобрения», но посадка древесно-кустарниковой растительности проводится исключительно ручным способом.

Техногенная трансформация загрязнителей атмосферного воздуха при токсическом загрязнении среды нередко влечет необратимые изменения структуры экосистемы, поэтому мониторинг загрязняющих веществ в атмосфере является одним из наиболее информативных объектов научного исследования [6, 8, 9]. Для оценки химического состава выбросов и распространения техногенной пыли были использованы полотнища хлопчатобумажной ткани, которые накапливали твердую фазу поллютантов. Мониторинг атмосферного загрязнения над полигоном проводится сертифицированной передвижной газоаналитической лабораторией АО «Воскресенские минеральные удобрения».

В первой половине сентября 2014–2017 гг. измерялось соотношение пылевой фазы сульфат кальция на южной некультивированной части действующего полигона и на северном склоне, который превращен в экспериментальный объект рекультивационных работ. Исследования ФБУ ВНИИЛМ показали, что с северной части полигона складирования фосфогипса накопление пылевой фазы снижается в 2,3 раза по сравнению с контрольной, которая не была охвачена фиторемедиационными работами.

При разработке технологий рекультивации авторами данной статьи было запатентовано несколько способов повышения плодородия почв [23–25], а экологический проект по рекультивации признавался важным для задач экологической безопасности и модернизации страны, был удостоен высшей награды Губернатора Московской области по направлению «Ресурсосбережение и внедрение природоохранных технологий».

В 2017 г. отдел экологии леса ФБУ ВНИИЛМ применил новые подходы в подготовке искусственных почвогрунтов для обогащения их биогумусом. Хотя исследованиями доказано (и защищено патентами) [2, 3, 5, 6, 19, 23–25], что смесь активного ила осадков сточных вод с фосфодигидратом сульфата кальция создает почвогрунт вполне пригодный для лесовыращивания, но для ускорения процессов гумусообразования и создания аналога природного почвенного слоя было решено начать лабораторные эксперименты по формированию плодородия в контролируемых условиях при помощи вермикюльтуры навозных червей *Eisenia fetida* из семейства *Lumbricidae*.

В 2016 г. были заложены вермикюльтуры трех перспективных гибридов, полученных путем скрещивания особей пространственно отдаленных популяций навозных червей *Eisenia fetida*: Калифорнийский, Старатель, Московский. В качестве питательного субстрата для червей применяются различные варианты смесей фосфодигидрата сульфата кальция, осадков сточных вод и органического материала растительного про-

исхождения (фосфогипс/ОСВ/Орг, %: 70/20/10, 45/45/10, 20/70/10). В каждый контейнер с экспериментальным почвогрунтом закладывалось по 20 шт. червей. Через 6 месяцев было подсчитано количество червей в контейнерах.

Результаты переработки червями экспериментальных почвогрунтов оказались неоднозначными (см. таблицу).

**Выживаемость *Eisenia fetida*
на экспериментальных почвогрунтах**
Survival rate of *Eisenia fetida* on experimental soils

Наименование гибрида червя	Почвогрунт фосфогипс/ОСВ/Орг, %		
	70/20/10	45/45/10	20/70/10
Красный калифорнийский	0	12	20
Старатель	2	17	22
Московский	6	19	24

Выводы

Исследования показали, что высокое содержание фосфогипса отрицательно влияет на процесс переработки субстрата червями. Это согласуется с данными обследования мезофауны беспозвоночных вблизи полигона вторичных материалов промышленности. При содержании фосфогипса в субстрате 70 % все черви гибрида Красного калифорнийского погибли, выжили только несколько особей гибридов Старателя и Московского. При соотношении фосфогипс/ОСВ/Орг, %, 45/45/10 численность червей почти всех гибридов значительно сократилась, но их деятельность по трансформации и гумификации грунта не остановилась. Наилучшие варианты применения вермикюльтур оказались в варианте почвогрунта с соотношением фосфогипс/ОСВ/Орг, %, 20/70/10; в данном варианте опыта численность червей не только не уменьшилась, но и увеличилась, что свидетельствует о перспективности использования такого рода экспериментального грунта для гумификации субстрата. При увеличении продолжительности светового дня полученный плодородный почвогрунт был подготовлен к испытанию на всхожесть семян основных лесобразующих пород (2017). Выращенные на данном субстрате сеянцы сосны успешно высажены в санитарно-защитной зоне техногенного объекта. Рост и состояние клонов, полученных *in vitro*, а также саженцев с закрытой корневой системой, подтверждает правильность выбранного направления работ.

Проведенные мероприятия на примере полигона складирования фосфогипса АО «Воскресенские минеральные удобрения» вблизи города Воскресенска Московской области позволили:

– уменьшить затраты на приобретение материалов для создания искусственного почвогрунта;
 – снизить негативное влияние полигона на окружающую природную среду;
 – утилизировать осадки бытовых сточных вод на очистных сооружениях района;
 – улучшить ландшафтное благоустройство местности.

Анализ биологического этапа рекультивации показал, что на приживаемость растений влияет не состояние атмосферного воздуха над полигоном складирования вторичных материалов промышленности, а плодородие композиции техногенного почвогрунта. Описанные в статье экологические подходы позволяют восстановить потенциал техногенных ландшафтов, решить проблемы по созданию в регионе приемлемой санитарно-гигиенической обстановки.

Список литературы

- [1] Баранник Л.П. Биоэкологические принципы лесной рекультивации. Новосибирск: Наука, 1998. 88 с.
- [2] Жидков А.Н., Коженков Л.Л. Фиторемедиация как комплекс санитарно-оздоровительных мероприятий для полигонов складирования вторичных материалов промышленности // Лесохозяйственная информация, 2016. № 1. С. 19–24.
- [3] Жидков А.Н., Коженков Л.Л., Мартынюк А.А. Опыт совершенствования лесомелиоративных технологий рекультивации полигонов складирования вторичных материалов промышленности // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы X Всероссийской научной конференции с международным участием. Екатеринбург, УГЛТУ, 4–7 сентября 2017 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. С. 99–107.
- [4] Залесов С.В., Залесова Е.С., Оплетаяев А.С., Терин А.А. Опыт лесной рекультивации нарушенных земель // Восстановление и рекультивация деградированных лесов: Материалы Междунар. научн. форума. Астана, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, 9–10 июня 2015 г. Астана: Казахский агротехнический университет им.С. Сейфуллина, 2015. С. 29.
- [5] Мартынюк А.А., Кураев В.Н., Коженков Л.Л. Лесобиологическая рекультивация полигонов складирования фосфогипса. М.: ВНИИЛМ, 2006. 120 с.
- [6] Мартынюк А.А., Жидков А.Н., Коженков Л.Л. Экологические проблемы в исследованиях ВНИИЛМ // ВНИИЛМ – 80 лет научных исследований / под ред. А.А. Мартынюка, С.А. Родина. М.: ВНИИЛМ, 2016. С. 143–154.
- [7] Моторина Л.В., Овчинников В.А. Промышленность и рекультивация земель. М.: Мысль, 1975. 240 с.
- [8] Stanturf J.A. Future landscapes: opportunities and challenges // *New Forests*, 2015, no. 46 (5–6), pp. 615–644.
- [9] Shin J.H. Forest damage history and future directions for forest landscape restoration in Korea // *IUFRO Conference on Forest Landscape Restoration*, Korea, Seoul, 14–19 May, 2007. Seoul, 2007, pp. 18–25.
- [10] Чибрик Т.С. Основы биологической рекультивации. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 172 с.
- [11] Родин А.Р., Родин С.А., Васильев С.Б., Силаев Г.В. Лесомелиорация ландшафтов / под общ. ред. А.Р. Родина. М.: МГУЛ, 2014. 192 с.
- [12] Ганеев И.Г., Кулагин А.А. Ремедиация и рекультивация техногенно деградированных земель // *Вестник ОГУ*, 2009. № 6 (100). С. 554–557.
- [13] Зарипов Ю.В., Залесова Е.С., Черных А.И., Магасумова А.Г. Опыт создания лесных культур на отвалах минерального сырья // *Аграрный вестник Урала*, 2017. № 8 (162). С. 23–29.
- [14] Трещевская Э.И., Трещевская С.В., Бобрецов К.В. Социальные насаждения в разных лесорастительных условиях нарушенных земель // *Лесотехнический журнал*, 2014. № 3 (15). С. 76–84.
- [15] ГОСТ Р 57446–2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия. URL: <https://docplan.ru/Index2/1/4293746/4293746178.htm> (дата обращения 05.09.2018).
- [16] Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 03.07.2016; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения 05.09.2018).
- [17] Сорокин Н.Д. Рекультивация нарушенных и загрязненных земель. Санкт-Петербург: Знание, 2016. 404 с.
- [18] Мухортов Д.И. Утилизация органических отходов при искусственном лесовосстановлении: автореф. дисс.... д-ра с.-х. наук. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. 44 с.
- [19] Тебенькова Д.Н., Лукина Н.В., Воробьев Р.А., Орлова М.А., Гагарин Ю.Н. Всхожесть и биометрические параметры семян, выращенных на субстратах из твердых отходов целлюлозно-бумажной промышленности // *Лесоведение*, 2014. № 6. С. 43–52.
- [20] Иваницкий В.В., Классен П.В., Новиков А.А. Фосфогипс и его использование. М.: Химия, 1990. 224 с.
- [21] Официальный сайт АО «ОХК «Уралхим». URL: www.uralchem.ru (дата обращения 10.11.2018).
- [22] Кураев В.Н., Мартынюк А.А. Использование органических отходов в лесном хозяйстве. М.: ВНИИЛМ, 2012. 126 с.
- [23] Мартынюк А.А., Коженков Л.Л., Кураев В.Н. Способ облесения отвалов промышленных отходов. Патент № 2186474 / Заявл. ВНИИЛМ. Опубл. 10.08.2002. М.: Гос. реестр изобретений РФ, 2002. 6 с.
- [24] Мартынюк А.А., Коженков Л.Л., Кураев В.Н., Жидков А.Н. Способ повышения плодородия лесных почв. Патент № 2407261 / Заявл. ВНИИЛМ. Опубл. 27.12.2010. М.: Гос. реестр изобретений РФ, 2010. 8 с.
- [25] Богач Е.В., Миронов В.Е., Мартынюк А.А., Коженков Л.Л., Жидков А.Н. Способ рекультивации отвалов и полигонов промышленных отходов. Патент № 2509457 / Заявл. ВНИИЛМ. Опубл. 20.03.2014. М.: Гос. реестр изобретений РФ, 2014. 9 с.

Сведения об авторах

Жидков Андрей Николаевич — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник ФБУ ВНИИЛМ, zhidkov_66@mail.ru

Коженков Леонид Леонидович — кандидат сельскохозяйственных наук, зав. отделом экологии леса ФБУ ВНИИЛМ, zhidkov_66@mail.ru

Поступила в редакцию 20.12.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

BIOLOGICAL STAGE PECULIARITIES OF LANDFILLS RECLAMATION FOR SECONDARY INDUSTRIAL MATERIALS

A.N. Zhidkov, L.L. Kozhenkov

All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry, 15, Institutskaya st., Pushkino, 141202, Moscow reg., Russia

zhidkov_66@mail.ru

The article considers an important environmental problem of increasing the area of anthropogenically disturbed lands. The technologies of accelerated biological phytoremediation at the dumps of production facilities for the production of mineral fertilizers are considered, which reduce the adverse ecological consequences of alienation of technogenically disturbed lands. The ecological approaches described in the article allow to restore the potential of technogenic landscapes to solve the problems of creating an acceptable sanitary and hygienic situation in the region.

Keywords: environmental technogenic impact, industrial landfill, reclamation, restoration of degraded sites, forest innovation

Suggested citation: Zhidkov A.N., Kozhenkov L.L. *Osobennosti biologicheskogo etapa rekul'tivatsii poligonov skladirovaniya vtorichnykh materialov promyshlennosti* [Biological stage peculiarities of landfills reclamation for secondary industrial materials]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 92–97. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-92-97

References

- [1] Barannik L.P. *Bioekologicheskie printsipy lesnoy rekul'tivatsii* [Bioecological principles of forest remediation]. Novosibirsk: Nauka, 1998, 88 p.
- [2] Zhidkov A.N., Kozhenkov L.L. *Fitoremediatsiya kak kompleks sanitarno-ozdorovitel'nykh meropriyatiy dlya poligonov skladirovaniya vtorichnykh materialov promyshlennosti* [Phytoremediation as a complex of sanitary and recreational measures for landfill storage of recycled materials industry]. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2016, no. 1, pp. 19–24.
- [3] Zhidkov A.N., Kozhenkov L.L., Martynyuk A.A. *Opyt sovershenstvovaniya lesomeliorativnykh tekhnologiy rekul'tivatsii poligonov skladirovaniya vtorichnykh materialov promyshlennosti* [Experience in improving forest reclamation technologies for the reclamation of landfill sites for recycled materials in industry]. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel'* [Biological reclamation of disturbed lands]. Materials of the X All-Russian Scientific Conference with international participation. Yekaterinburg, UGLTU, September 4–7, 2017. Yekaterinburg: UGLTU, 2017, pp. 99–107.
- [4] Zalesov S.V., Zalesova E.S., Opletaev A.S., Terin A.A. *Opyt lesnoy rekul'tivatsii narushennykh zemel'* [Experience of forest reclamation of disturbed lands]. *Vosstanovlenie i rekul'tivatsiya degradirovannykh lesov: Materialy Mezhdunar. nauchn. foruma* [International Scientific Forum of Rehabilitation & Restoration of Degraded Forests]. Astana, S Seifullin Kazakh Agrotechnical University, June 9–10, 2015. Astana: S Seifullin Kazakh Agrotechnical University, 2015, pp. 29.
- [5] Martynyuk A.A., Kuraev V.N., Kozhenkov L.L. *Lesobiologicheskaya rekul'tivatsiya poligonov skladirovaniya fosfogipsa* [Forest biological reclamation of phosphogypsum storage sites]. Moscow: VNIILM, 2006, 120 c.
- [6] Martynyuk A.A., Zhidkov A.N., Kozhenkov L.L. *Ekologicheskie problemy v issledovaniyakh VNIILM* [Environmental Issues in Research Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry]. VNIILM – 80 let nauchnykh issledovaniy [80 years of scientific research at the Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry]. Ed. A.A. Martynyuk, S.A. Rodin. Moscow: VNIILM, 2016, pp. 143–154.
- [7] Motorina L.V., Ovchinnikov V.A. *Promyshlennost' i rekul'tivatsiya zemel'* [Industry and land reclamation]. Moscow: Mysl', 1975, 240 p.
- [8] Stanturf J.A. Future landscapes: opportunities and challenges. *New Forests*, 2015, no. 46 (5–6), pp. 615–644.
- [9] Shin J.H. Forest damage history and future directions for forest landscape restoration in Korea. IUFRO Conference on Forest Landscape Restoration, Korea, Seoul, 14–19 May, 2007. Seoul, 2007, pp. 18–25.
- [10] Chibrik T.S. *Osnovy biologicheskoy rekul'tivatsii* [The Basics of Biological Reclamation]. Ekaterinburg: UGLTU, 2002, 172 p.
- [11] Rodin A.R., Rodin S.A., Vasil'ev S.B., Silaev G.V. *Lesomelioratsiya landshaftov* [Forest landscaping]. Ed. A.R. Rodin. Moscow: MSFU, 2014. 192 p.
- [12] Ganeev I.G., Kulagin A.A. *Remediatsiya i rekul'tivatsiya tekhnogenno degradirovannykh zemel'* [Remediation and recultivation of technologically degraded sites]. *Vestnik OGU* [Bulletin of the Orenburg State University], 2009, no. 6 (100), pp. 554–557.
- [13] Zaripov Yu.V., Zalesova E.S., Chermnykh A.I., Magasumova A.G. *Opyt sozdaniya lesnykh kul'tur na otvalakh mineral' nogo syr'ya* [The experience of creating forest cultures on the dumps of mineral raw materials]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2017, no. 8 (162), pp. 23–29.
- [14] Treshchevskaya E.I., Treshchevskaya S.V., Bobreshov K.V. *Sosnovye nasazhdeniya v raznykh lesorastitel'nykh usloviyakh narushennykh zemel'* [Pine plantations in different forest conditions of disturbed land]. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forestry magazine], 2014, no. 3 (15), pp. 76–84.
- [15] *GOST R 57446–2017. Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Rekul'tivatsiya narushennykh zemel' i zemel'nykh uchastkov. Vosstanovlenie biologicheskogo raznoobraziya* [GOST R 57446–2017. Best available technology. Reclamation of disturbed land and land. Restoration of biological diversity]. Available at: <https://docplan.ru/Index2/1/4293746/4293746178.htm> (accessed 05.09.2018).

- [16] *Federal'nyy zakon ot 10.01.2002 № 7-FZ «Ob okhrane okruzhayushchey sredy» (red. ot 03.07.2016)* [Federal Law «On Environmental Protection»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (accessed 05.09.2018).
- [17] Sorokin N.D. *Rekul'tivatsiya narushennykh i zagryaznennykh zemel'* [Reclamation of disturbed and contaminated land]. Sankt-Peterburg: Znanie, 2016, 404 p.
- [18] Mukhortov D.I. *Utilizatsiya organicheskikh otkhodov pri iskusstvennom lesovosstanovlenii* [Utilization of organic waste during artificial reforestation]: Avtoref. Diss. ... Dr. Sci. (Agric.). Yoshkar-Ola: PGTU, 2013, 44 p.
- [19] Teben'kova D.N., Lukina N.V., Vorob'ev R.A., Orlova M.A., Gagarin Yu.N. *Vskhozhest' i biometricheskie parametry sey-antsev, vyrashchennykh na substratakh iz tverdykh otkhodov tsellyulozno-bumazhnoy promyshlennosti* [Germination and biometric parameters of seedlings grown on substrates from solid waste from the pulp and paper industry]. *Lesovedenie* [Forest Studies], 2014, no. 6, pp. 43–52.
- [20] Ivanitskiy V.V., Klassen P.V., Novikov A.A. *Fosfogips i ego ispol'zovanie* [Phosphogypsum and its use]. Moscow: Khimiya [Chemistry], 1990, 224 p.
- [21] *Official site AO «OKhK «URALKHM»*. Available at: www.uralchem.ru (accessed 10.11.2018).
- [22] Kuraev V.N., Martynyuk A.A. *Ispol'zovanie organicheskikh otkhodov v lesnom khozyaystve* [The use of organic waste in forestry]. Moscow: VNIILM, 2012, 126 p.
- [23] Martynyuk A.A., Kozhenkov L.L., Kuraev V.N. *Sposob obleseniya otvalov promyshlennykh otkhodov* [The method of afforestation dumps of industrial waste]. Pat. Russian Federation no. 2186474. Applicant VNIILM. Publ. 10.08.2002. Moscow: Gos. reestr izobreteniy RF, 2002, 6 p.
- [24] Martynyuk A.A., Kozhenkov L.L., Kuraev V.N., Zhidkov A.N. *Sposob povysheniya plodorodiya lesnykh pochv* [The way to improve the fertility of forest soils]. Pat. Russian Federation no. 2407261. Applicant VNIILM. Publ. 27.12.2010. Moscow: Gos. reestr izobreteniy RF, 2010, 8 p.
- [25] Bogach E.V., Mironov V.E., Martynyuk A.A., Kozhenkov L.L., Zhidkov A.N. *Sposob rekul'tivatsii otvalov i poligonov promyshlennykh otkhodov* [The method of reclamation dumps and landfills of industrial waste]. Pat. Russian Federation no. 2509457. Applicant VNIILM. Publ. 20.03.2014. Moscow: Gos. reestr izobreteniy RF, 2014, 9 p.

Authors' information

Zhidkov Andrey Nikolaevich — Cand. Sci. (Biological), Senior Researcher, Leading Researcher All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry, zhidkov_66@mail.ru

Kozhenkov Leonid Leonidovich — Cand. Sci. (Agricultural), Head of the Department of Forest Ecology All-Russian Research Institute of Forestry and Mechanization of Forestry, zhidkov_66@mail.ru

Received 20.12.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Г.В. Анисочкин

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1
anisochking@list.ru

Дана оценка насаждениям, принадлежащим различным лесорастительным зонам. Приводится классификация территорий лесного фонда РФ, дана характеристика лесистости, продемонстрированы запасы лесорастительных зон РФ, которые определялись с использованием материалов учета государственного лесного фонда. Сформированы таблицы, позволяющие провести анализ интенсивности роста основных лесообразующих пород по лесорастительным зонам и распределение их на покрытой лесом площади. Показано, что зоны, имеющие большой потенциал продуктивности лесов, имеют лесистость ниже оптимальной, лесные ресурсы в них в значительной степени истощены. Сократились площади и запасы наиболее ценных лесных пород. Разнообразии лесорастительных условий на территории страны требует различного подхода к организации лесного хозяйства в разных зонах, качественного улучшения восстановления лесов и ухода за ними.

Ключевые слова: лесной фонд, насаждения, запас, лесорастительная зона, лесные земли, лесообразующие породы, лесистость

Ссылка для цитирования: Анисочкин Г.В. Продуктивность насаждений Российской Федерации // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 98–106. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-98-106

Лесной фонд Российской Федерации занимает около 70 % территории страны и является ее наиболее важным стабилизирующим природным комплексом. Пятнадцатая статья Лесного кодекса Российской Федерации определяет 8 лесорастительных зон, учитывая природно-климатические условия страны. На этих территориях произрастают насаждения, имеющие сравнительно однородные лесорастительные признаки. По данному фактору определяется лесорастительное районирование, задача которого заключается в формировании естественно-исторической основы с целью создания региональной системы ведения лесного хозяйства. С учетом зонального распределения лесорастительных районов, 18 августа 2014 года Минприроды России приказом № 367 закрепляет 40 сформированных лесных районов, в которых условия лесопользования, охраны, защиты и воспроизводства лесов сходны.

Цель работы

Поставлена задача дать оценку насаждениям, принадлежащим различным лесорастительным зонам, классифицировать территории лесного фонда РФ, дать характеристику лесистости, продемонстрировать запасы лесорастительных зон РФ.

Материалы и методы

Общая площадь земель Российской Федерации, занятых лесами, составляет 1178,6 млн га, в том числе площадь земель лесного фонда — 1172,3 млн га (табл. 1) [1]. В районах с суровыми климатическими условиями произрастает порядка 40 % насаждений. Продуктивность насаждений на этих территориях значительно ниже, чем в зоне умеренного климатического пояса, а низкий

уровень развития транспорта и инфраструктуры, высокая степень затратности развития и эксплуатации производств делают эти леса экономически малопривлекательными. Однако роль этих лесов имеет большое значение как климаторегулирующий фактор; эти леса выполняют водоохранные и прочие защитные функции. Освоение нефтяных и газовых месторождений, добыча полезных ископаемых наносят непоправимый вред окружающей среде особенно в северных широтах, так как динамика роста насаждений здесь низкая и на восстановление лесных массивов в суровых условиях уйдет значительно больше времени, чем в средних широтах.

С 2007 г. объемы лесоустроительных работ резко сократились [2], а текущие изменения в государственный лесной реестр [3] вносились с опозданиями и искажениями ввиду неслаженности работы новой системы. По этой причине для оценки продуктивности лесорастительных зон были использованы более достоверные источники — учет Государственного лесного фонда за 1998 г. [4] и карта лесорастительного районирования по С.Ф. Курнаеву [5], созданная на основании исследований ФГУ ВНИИЛМ и Института лесоведения РАН (рис. 1). Исследователи К.Б. Лосицкий и В.С. Чуенков в работе «Эталонные леса» писали: «Лесистость территории Российской Федерации составляет 53,5 %. Она неравномерно распределена по территории страны и зависит от климатических и антропогенных факторов» [7] (рис. 2). «Наибольшие значения лесистости (более 80 %) отмечены в подзоне средней тайги Пермского края, Республики Коми и Центральной Сибири. Самые малолесные районы (лесистость менее 1 %) расположены в аридной зоне Европей-

Т а б л и ц а 1

Лесной фонд и леса Российской Федерации, не входящие в лесной фонд

Forest Fund of Russia and other forests outside the Forest Fund

Категория земель	Общая площадь, тыс. га	Лесные земли, тыс. га	Покрытые лесной растительностью, тыс. га	Запас древесины, млн м ³
Леса Российской Федерации	1178554,4	881974,2	774250,9	81863,69
Земли, входящие в лесной фонд Российской Федерации	1172322,3	877006,9	769785,4	81334,14
Земли, не входящие в лесной фонд Российской Федерации:				
обороны и безопасности	4341,7	3593,3	3292,8	—
населенных пунктов	1262,2	1149,7	1022,0	
иного назначения	628,2	224,3	150,7	

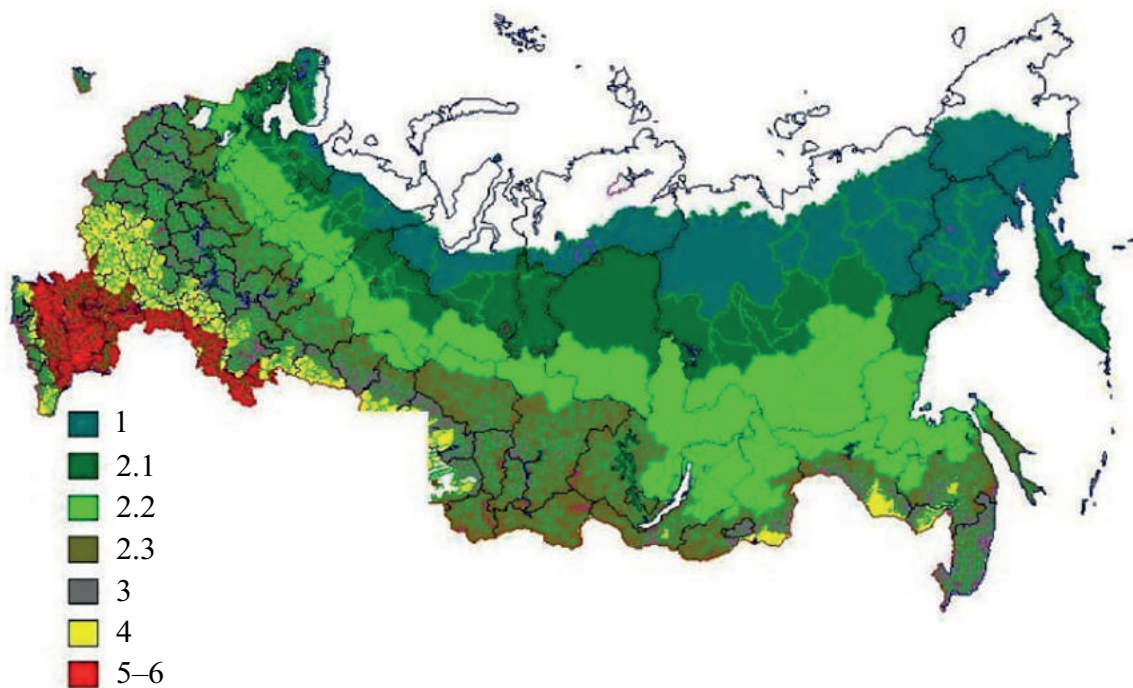


Рис. 1. Схема лесорастительного районирования: 1 — зона притундровых лесов и редкостойной тайги; 2 — таежная зона: 2.1 — подзона северной тайги; 2.2 — подзона средней тайги; 2.3 — подзона южной тайги; 3 — зона хвойно-широколиственных лесов; 4 — лесостепная зона; 5 и 6 — зоны степей и полупустынь (на схеме не показаны: 7 — зона горного Северного Кавказа; 8 — Южно-Сибирская горная зона)

Fig. 1. Scheme of forest zoning: 1 — the zone of pre-tundra forests and sparse taiga; 2 — taiga zone: 2.1 — subzone of northern taiga; 2.2 — subzone of middle taiga; 2.3 — southern taiga; 3 — zone of coniferous-broadleaved forests; 4 — forest steppe zone; 5 and 6 — the zones of steppes and semi-deserts, 7 — mountain zone of the North Caucasus and 8 — South-Siberian mountain zone are not shown on the scheme)

ской территории России (ЕТР): это Республика Калмыкия, части Ставропольского края, Астраханской, Ростовской и Волгоградской областей.

Леса России по преимуществу бореальные (86 %). Основные лесообразующие породы в лесном фонде: лиственница, сосна, ель, кедр, дуб, бук, береза, осина. Они занимают около 90 % земель, покрытых лесной растительностью. Прочие древесные породы (груша, каштан, орех грецкий, орех маньчжурский и др.) — менее 1 % земель, остальная площадь — кустарники (кедровый стланик, береза кустарниковая и др.).

По функциональному назначению и наличию древостоев земли лесного фонда делятся на лесные и нелесные. Лесные земли занимают около 48 % территории страны и составляют 75 % от общей площади земель лесного фонда. В свою очередь, лесные земли делятся на покрытые и непокрытые лесной растительностью земли» [7] (рис. 3).

«До середины 1980-х годов основные лесообразующие древесные породы занимали 89,8 % площади земель, покрытых лесной растительностью, в том числе лесообразующие

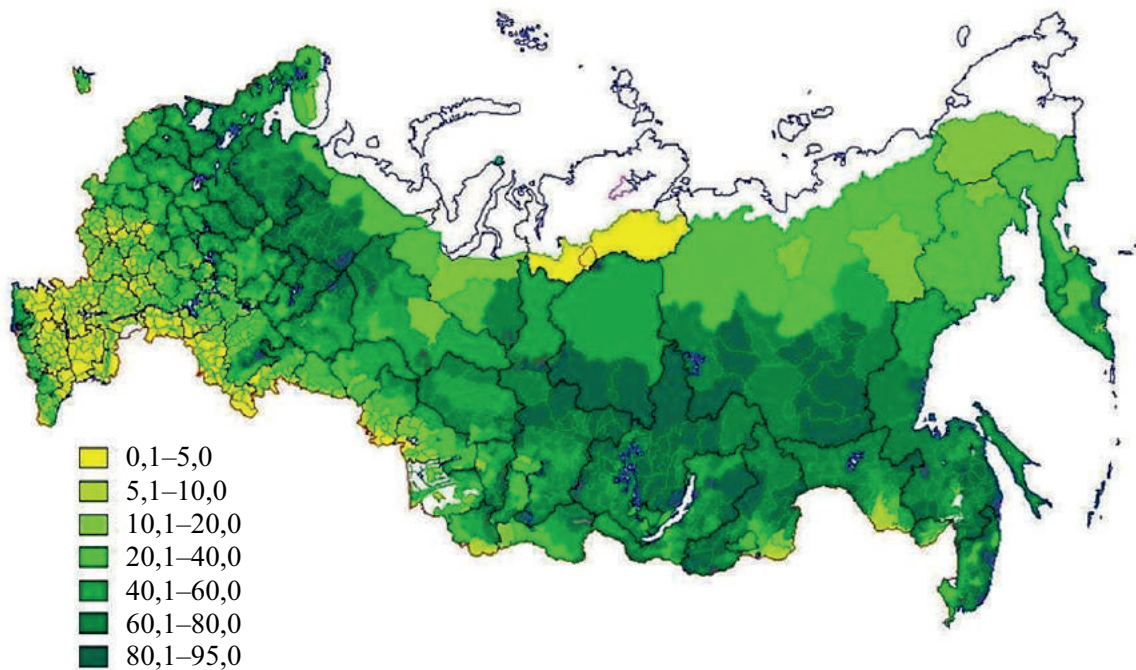


Рис. 2. Лесистость территории Российской Федерации, %
 Fig. 2. Forest lands of Russian Federation, %

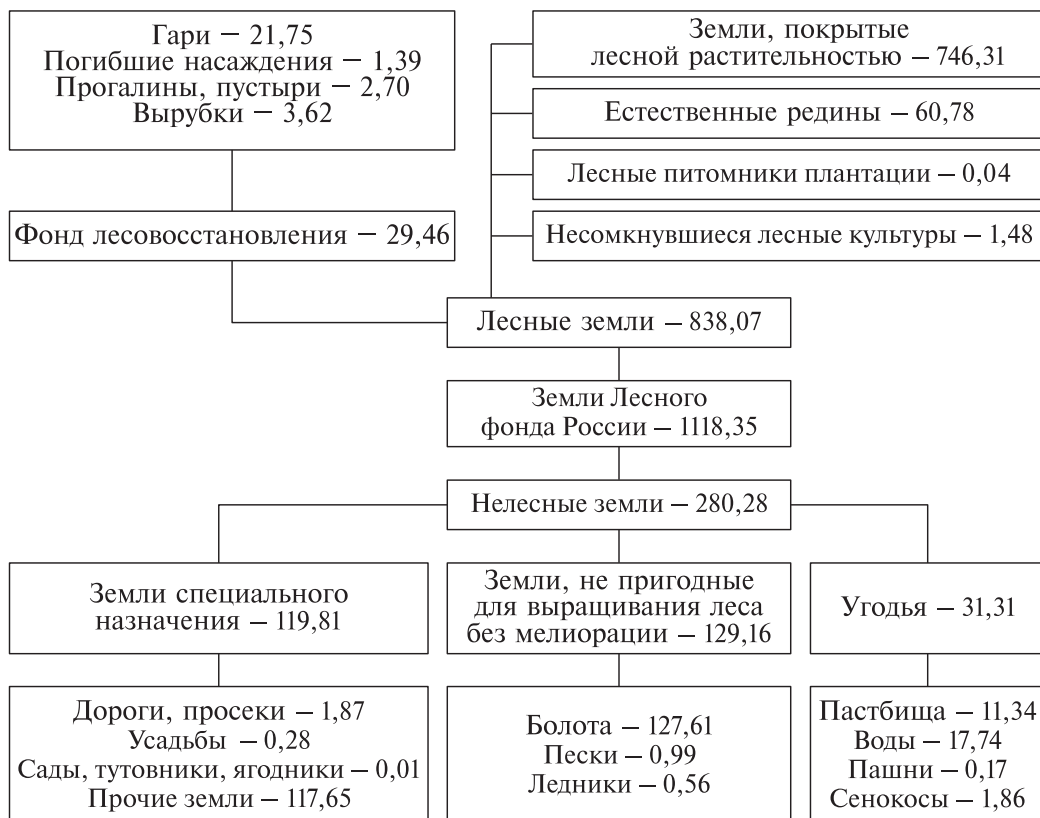


Рис. 3. Структура земель лесного фонда России, млн га
 Fig. 3. Structure of lands of the Forest Fund of Russia, mln ha

Т а б л и ц а 2

Процент лесистости лесорастительных зон, определенный через процент лесистости составляющих их субъектов Федерации
The percentage of forested lands in the forest zones calculated from the percentage of forested lands of subjects of federation inside the zones

Лесорастительные зоны / подзоны	Субъект РФ	Площадь, тыс. га	Земли, покрытые лесной растительностью, тыс. га	Лесистость, %	Средневзвешенная лесистость, %
Российская Федерация		16377740,0	877006,9	53,5	–
Зона притундровых лесов и редкостойной тайги	Ненецкий АО	17681,0	190,5	1,0	16,0
	Ямало-Ненецкий АО	75030,0	15745,1	21,0	
	Таймырский АО	87990,0	3183,3	3,6	
	Магаданская область	46246,4	17070,1	36,9	
Подзона северной тайги	Эвенкийский АО	76320,0	49882,4	65,3	49,1
	Ханты-Мансийский АО	53480,1	26917,1	50,3	
	Коми-Пермяцкий АО	3277,0	2405,0	73,4	
	Камчатский край	46427,5	8945,3	19,3	
Подзона средней тайги	Вологодская область	14570,0	7178,1	49,3	66,6
	Томская область	31439,1	17297,0	55,0	
	Иркутская область	77484,6	57798,7	74,6	
	Хабаровский край	78763,3	52503,5	66,7	
Подзона южной тайги	Новгородская область	5530,0	2199,4	39,8	43,9
	Костромская область	6021,1	3363,0	55,9	
	Тюменская область	112232,9	5321,3	43,5	
	Кемеровская область	9572,5	4323,5	45,2	
Зона хвойно-широколиственных лесов	Калужская обл.	2977,7	677,4	22,7	27,8
	Ивановская обл.	2143,7	722,5	33,7	
	Республика Чувашия	1834,0	534,0	29,1	
Зона хвойно-широколиственных лесов Приморья	Приморский край	16467,3	11335,3	68,8	68,8

породы хвойной группы — 69,6 %, твердолиственной — 2,4 %, мягколиственной — 17,8 %. Соответственно насаждения лиственницы занимали 36,9 %, сосны — 15,6 %, березы — 13,9 % площади лесопокрытых земель» [7].

Какова же продуктивность основных лесобразующих пород и доля их участия по лесорастительным зонам? Сохранилось ли соотношение хозяйственно ценных и мягколиственных пород на сегодняшний день? Для того чтобы ответить на эти вопросы, достаточно выборочно проанализировать данные Государственного лесного фонда по экономическим районам отдельных субъектов Федерации, конкретно относящихся к той или иной лесорастительной зоне.

Большое влияние на видовой состав древесных пород, товарность и продуктивность насаждений в целом оказывает изменение климатических условий в соответствии с лесорастительными зонами. Отсюда вытекает необходимость показать территориальное размещение древесных пород и насаждений с преобладанием определенной поро-

ды по лесорастительным зонам или районам [7].

По схеме лесорастительного районирования (см. рис. 1) определим соотношения территорий лесорастительных зон в процентах:

- 1 — зона притундровых лесов и редкостойной тайги — 21 %;
- 2 — таежная зона — 53 %:

 - 2.1 — подзона северной тайги — 14 %;
 - 2.2 — подзона средней тайги — 24 %;
 - 2.3 — подзона южной тайги — 15 %;

- 3 — зона хвойно-широколиственных лесов — 7 %;
- 4 — лесостепная зона — 5 %;
- 5 и 6 — зоны степей и полупустынь — 1 %;
- 7 и 8 — зона горного Северного Кавказа и Южно-Сибирская горная зона — 5 %;

Большая часть лесных земель приходится на зону притундровых лесов редкостойной тайги, таежную зону и зону хвойно-широколиственных лесов, а наибольшая лесистость преобладает в таежной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов Приморского края. Именно для этих зон ниже проводится анализ продуктивности

насаждений. Лесостепную зону, зоны степей и полупустынь, зону горного Северного Кавказа и Южно-Сибирскую горную зону, которые представлены небольшими территориями с относительно низкой лесистостью, рассматривать не будем.

Результаты и обсуждение

Выборочно определим экономические районы, характерные для лесорастительных зон притундровых лесов и редкостойной тайги, для всех подзон таежной зоны, для зоны хвойно-широколиственных лесов Европейской части и для зоны хвойно-широколиственных лесов Приморского края отдельно. Лесорастительные зоны и подзоны представлены следующими субъектами Федерации:

1) зона притундровых лесов и редкостойной тайги: Ненецкий, Ямало-Ненецкий, Таймырский автономные округа и Магаданская область;

2) подзона северной тайги: Эвенкийский, Ханты-Мансийский и Коми-Пермяцкий автономные округа и Камчатский край;

3) подзона средней тайги: Вологодская, Томская, Иркутская области и Хабаровский край;

4) подзона южной тайги: Новгородская, Костромская, Тюменская и Кемеровская области;

5) зона хвойно-широколиственных лесов: Калужская, Ивановская области, республика Чувашия.

Отдельно выделяется Приморский край, так как присутствуют сильные различия по породному составу и лесистости.

Пытаясь ответить на вопрос, где сконцентрированы основные лесные богатства нашей страны, обратим внимание на лесистость выбранных субъектов и определим средневзвешенную лесистость для каждой лесорастительной зоны (табл. 2). Самая низкая лесистость в зоне притундровых лесов и редкостойной тайги, а также в зоне хвойно-широколиственных лесов Европейской части России. Наиболее высокая лесистость в таежной зоне, в подзонах северной и средней тайги, а также в зоне хвойно-широколиственных лесов Приморского края.

Анализ представленных данных лесного фонда по указанным субъектам Федерации, которые были выбраны случайным способом, свидетельствует о неблагоприятном положении дел в части лесовосстановления. В последнее десятилетие эту информацию перестали публиковать в открытом доступе, а получить ее можно лишь по запросу на интересующий объект в системе Государственного лесного реестра, а значит проанализировать хозяйственную деятельность в лесу по субъектам Федерации в последующие годы будет сложнее.

Руководствуясь данными лесного фонда России [4] по указанным субъектам Федерации для основных лесобразующих пород, определим

средний запас на 1 га и рассмотрим, как он изменяется при смене лесорастительных зон [9]. Для этого определим средние запасы [8] для субъектов Федерации, а потом средневзвешенные запасы на 1 га для лесорастительных зон.

Изменение запасов по породам показано в табл. 3. В зоне притундровых лесов редкостойной тайги произрастающие породы в среднем имеют запас менее 100 м³/га, за исключением пихты и осины (110–117 м³/га). В подзонах средней и южной тайги наблюдается рост запасов у хозяйственно ценных пород: ель, сосна, пихта — около 150 м³/га, а у кедра более 200. Также в подзоне южной тайги более высокие запасы демонстрирует дуб, от 180 до 250 м³/га. В зоне хвойно-широколиственных лесов на первый план по запасу выходит сосна со средними запасами более 200 м³/га; хорошие показатели у таких хвойных пород, как ель и лиственница, — около 150 м³/га; такие же запасы имеют и широколиственные породы — дуб и липа, а также мягколиственные породы — береза и ольха; запасы осины более 200 м³/га.

Подводя итоги, нужно отметить, что территория подзон средней и южной тайги и зоны хвойно-широколиственных лесов наиболее благоприятна для произрастания таких хозяйственно ценных пород, как сосна, ель, лиственница, кедр, дуб, так как именно в этих зонах указанные породы максимально раскрывают свой потенциал продуктивности, достигая наивысших показателей по запасу на гектар. Однако средняя продуктивность даже в этих зонах примерно втрое меньше потенциально возможной, указанной для эталонных насаждений. Так, в эталонных лиственничниках запас может превышать 600 м³/га, в сосняках — 500 м³/га [7].

Для того чтобы ответить на второй вопрос и объективно оценить состояние насаждений на сегодняшний день, рассмотрим распределение основных лесобразующих пород на покрытой лесом площади для лесорастительных зон (табл. 4). Площади основных лесобразующих пород в субъектах Федерации, относящихся к лесорастительной зоне, определены по данным лесного фонда и выражены в процентах. Оценивая состав пород на покрытой лесом площади, можно сказать, что сосна пока уверенно удерживает свои позиции во всех зонах, занимая порядка 20 % территории. Лиственница преобладает в составе насаждений на обширной территории — от подзоны средней тайги и до зоны притундровых лесов и редкостойной тайги, но с продвижением на север от подзоны северной тайги запасы снижаются, становятся порядка 80 м³/га и далее падают до 55 м³/га. В зоне южной тайги около 20 % покрытой лесом территории приходится на пихту. В зоне широколиственных лесов ель занимает 14 %, а дуб 10 %.

Т а б л и ц а 3

Средний запас основных лесобразующих пород на покрытой лесом площади лесорастительных зон Российской Федерации, м³/га

Average stock volume of main tree species on the forested lands, by forest zones of Russian Federation, m³/ha

Лесорастительные зоны / подзоны	Средне-взвешенная лесистость, %	Средний запас на га лесорастительных зон по основным лесобразующим породам, м³											
		Средний по зоне/подзоне	Сосна (С)	Ель (Е)	Лиственница (Л)	Кедр (К)	Пихта (П)	Дуб высоко-ствольный (Дв)	Дуб низко-ствольный (Дн)	Липа (Лп)	Береза (Б)	Осина (Ос)	Ольха (Ол)
Зона притундровых лесов и редкостойной тайги	16,0	62	71	72	55	97	117	0	0	0	53	110	0
Подзона северной тайги	49,1	89	103	112	80	151	154	0	0	111	91	191	61
Подзона средней тайги	66,6	132	158	156	117	236	184	93	109	147	102	137	67
Подзона южной тайги	43,9	141	136	161	113	224	127	179	250	140	107	150	132
Зона хвойно-широколиственных лесов	27,8	177	208	148	152	0	0	136	172	190	168	223	140
Зона хвойно-широколиственных лесов Приморского края	68,8	156	77	183	172	205	157	107	106	155	102	119	60
До 100		100–149				150–199				200 и более			

Т а б л и ц а 4

Распределение основных лесобразующих пород на покрытой лесом площади лесорастительных зон Российской Федерации, %

The distribution of the main forest-forming species on the forested lands of forest zones of Russian Federation, %

Лесорастительные зоны / подзоны	Средне-взвешенная лесистость, %	Процентный состав основных лесобразующих пород на покрытой лесом площади РФ по лесорастительным зонам, %											
		С	Е	Л	К	П	Дв	Дн	Лп	Б	Ос	Ол	
Зона притундровых лесов и редкостойной тайги	16,0	12	6	39	6	0	0	0	0	0	4	0	0
Подзона северной тайги	49,1	22	5	37	7	0	0	0	0	0	18	4	0,2
Подзона средней тайги	66,6	17	10	29	11	2	0	0	0	0	19	5	0
Подзона южной тайги	43,9	18	7	0	4	21	0	0	0	0	34	16	0
Зона хвойно-широколиственных лесов	27,8	23	14	0	0	0	9	1	6	0	31	12	4
Зона хвойно-широколиственных лесов Приморского края	68,8	0	23	11	19	3	16	2,1	3,5	10	2	0,4	
В среднем по РФ	53,5	16	11	37	6	2	1	0	0	0	13	3	0
До 15		15–19				20–25				25 и более			

В подзоне северной и средней тайги береза покрывает порядка 20 % территории, а в подзоне южной тайги и в зоне хвойно-широколиственных лесов более 30 %.

Таким образом, получается, что в лесорастительных зонах, где потенциал роста хозяйственно ценных — хвойных и твердолиственных пород максимален, площадь, занимаемая ими, менее 50 % против 72 %, существовавшей в последние советские годы. Вышедшие из-под рубок территории по причине отсутствия ухода за хозяйственно ценными породами зарастают березой и осиной. То же происходит с землями, вышедшими из оборота сельхозпользования. Основная доля покрытых лесом территорий Российской Федерации, 59 %, приходится на зону притундровых лесов и редкостойной тайги и на подзоны северной и средней тайги таежной зоны, где лесистость достаточно высокая — 49–66 %, не считая лесотундры, но запасы не превышают 150 м³/га

В этой зоне интенсивное лесопользование ведется вблизи крупных индустриальных центров и городов, а в районах отдаленных интенсивность снижается из-за отсутствия развитой инфраструктуры и путей сообщения. Для этих зон характерны увеличение доли мягколиственных насаждений, нарушение возрастной структуры лесов, сохранение низкого среднего запаса древесины, снижение текущего прироста хвойных лесов и возраста насаждений, преобладание низкостойных и низкополнотных насаждений, неравномерное размещение лесозаготовителей в регионах, слабая организация охраны лесов от пожаров и лесонарушений [10].

Европейская часть хвойно-широколиственных лесов сильно отличается возросшими запасами сосны, лиственницы, дуба, липы, березы, осины, но, к сожалению, процент лесистости достаточно низок — 27,8 %. Высокие запасы европейской части зоны хвойно-широколиственных лесов свидетельствуют о благоприятных условиях для генерации и роста насаждений. Низкий процент лесистости и преобладание мягколиственных пород в насаждении свидетельствуют о невысоком уровне ведения лесного хозяйства и сильном антропогенном воздействии [11, 12], низком контроле лесохозяйственной, лесозаготовительной деятельности. Вышедшие из-под рубок участки, горельники, буреломы зачастую не рекультивируются, а процесс облесения остается без контроля [13]. Неправильный вред насаждениям наносит переруб расчетной лесосеки. Это приводит к чрезмерному изреживанию, снижению санитарного состояния и в целом устойчивости насаждения. В некоторых регионах интенсивная вырубка продуктивных хвойных насаждений привела к накоплению низкостойных древостоев [14].

Территории, вышедшие из-под сельхозпользования, покрываются древесной растительностью. Потенциал роста у деревьев на старой пашне очень велик, но в первую очередь начинают расти породы, не имеющие высокой хозяйственной ценности, — ива, ольха, осина. Как правило, эти породы самосевом очень плотно занимают территорию и, конкурируя между собой, угнетают медленно растущие хозяйственно ценные породы. Без должных уходов и регулирования полноты образуются высокополнотные насаждения малоценных пород с низким значением среднего диаметра, невысоким запасом и отсутствием перспектив роста.

Развитие таких насаждений крайне нежелательно. По этой причине в зоне потенциально высокобонитетных насаждений необходимо произвести оценку безлесных пространств [15, 16] и принять решение о формировании высокопродуктивных насаждений из хозяйственно ценных пород, поддерживая в них полноту интенсивного роста. К преимуществам интенсификации лесопользования во вторичных лесах и на землях, вышедших из-под сельхозпользования, в подзонах южной тайги и лесостепи, по сравнению с пионерным освоением среднетаежных лесов, относятся высокая потенциальная продуктивность, развитая сеть дорог, наличие трудовых ресурсов и перерабатывающих производств, близость к потребителю, наличие рынка для реализации древесины мягколиственных пород [17].

Развитие лесного хозяйства экстенсивным способом, т. е. освоение новых малопродуктивных территорий, нерентабельно и нецелесообразно.

Выводы

Разнообразие лесорастительных условий на территории страны требует различного подхода к организации лесного хозяйства в разных зонах, в том числе концентрации интенсивного лесного хозяйства в зонах с наиболее продуктивными древостоями. Переход к организации устойчивого управления лесами возможно осуществить только на базе региональных систем ведения лесного хозяйства, сформированных на зонально-типологической основе с учетом характера и целевого назначения лесов в каждом из лесорастительных районов. Только в рамках региональных систем можно обосновать рациональное и наиболее эффективное соотношение способов рубок и лесовосстановления [18–20]. Параллельно с оптимизацией заготовки древесины в этих зонах действительно необходимо качественно улучшить работы по восстановлению лесов и уходу за ними. Должен сохраняться баланс между покрытыми и непокрытыми лесом площадями, лесистость должна быть около 50 % в зонах южной тайги и хвойно-широколиственных лесов, чтобы не нарушался водный режим почв и водный баланс территорий.

Список литературы

- [1] Энциклопедия лесного хозяйства: в 2 т. М.: ВНИИЛМ, 2004. Т. 1. 416 с.
- [2] Гиряев М.Д., Хибиев И.Х., Шидаков Ш.С. Состояние и перспективы развития лесостроительства // Проблемы организации лесостроительства и пути их решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Москва, МГУЛ, 14 апреля 2017 г. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2017. С. 28–35.
- [3] Государственный лесной реестр. URL: <http://goslesgeestr.ru> (дата обращения 12.12.2018).
- [4] Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 1998 г.): справочник. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. 650 с.
- [5] Курнаев С.В. Лесорастительное районирование СССР. М.: Наука, 1973. 203 с.
- [6] Мелехов И.С. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2007. 302 с.
- [7] Лосицкий К.Б., Чуенков В.С. Эталонные леса. М.: Лесная промышленность, 1980. 160 с.
- [8] Харин О.А. Лесотаксационный справочник. М.: МЛТИ, 1991. 155 с.
- [9] Матусевич Г.В., Стоноженко Л.В., Иванов Н.Г., Анисочкин Г.В. Таксация леса: теоретические основы вычислений. М.: МГУЛ, 2013. 181 с.
- [10] Пак Л.Н. Изучение и оценка лесного фонда Забайкальского края за период с 1998 по 2016 гг. // Успехи современного естествознания, 2017. № 9. С. 36–40.
- [11] Коротков С.А., Стоноженко Л.В. О необходимости качественной оценки лесосек в Центральном регионе // Лесной экономический вестник, 1999, № 2. С. 31–34.
- [12] Ковязин В.Ф., Киценко А.А. Хозяйственная оценка лесного фонда Российской Федерации // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2014. Т. 2. № 5–3 (10–3). С. 363–368.
- [13] Коротков С.А., Дробышев Ю.И., Львов Ю.Г. Изменение пространственной структуры лесов Подмосковья под воздействием антропогенных факторов // Проблемы охраны и рационального использования природных экосистем и биологических ресурсов: тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 125-летию И.И. Спрыгина, Пенза, 18–20 мая 1998 г. Пенза: Нива Поволжья, 1998. С. 164–166.
- [14] Аняньев В.А., Мошников С.А. Структура и динамика лесного фонда Республики Карелия // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2016, № 4 (352). С. 19–29.
- [15] Коротков С.А., Стоноженко Л.В. К вопросу о регулировании лесопользования в лесах, подверженных интенсивному воздействию человека (на примере ельников Подмосковья) // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов: науч. тр. МГУЛ. М.: МГУЛ, 2000. Вып. 303. С. 132–135.
- [16] Коротков С.А., Обыденников В.И., Волков С.Н. Отдельные вопросы рационального лесопользования в Европейской части России // Лесной экономический вестник, 1997, № 3. С. 7–10.
- [17] Бондарев А.И., Онучин А.А., Читоркин В.В., Соколов В.А. О концептуальных положениях интенсификации использования и воспроизводства лесов в Сибири // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2015, № 6. С. 25–34.
- [18] Моисеев Н.А., Моисеева Т.И. Анализ влияния лесного хозяйства на динамику лесного фонда и организация устойчивого их развития // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2012. № 5. С. 154–166.
- [19] Желдак В.И. Эколого-лесоводственные основы целевого устойчивого управления лесами. М.: ВНИИЛМ, 2010. 377 с.
- [20] Обыденников В.И., Коротков С.А., Ломов В.Д., Волков С.Н. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2015. 272 с.

Сведения об авторе

Анисочкин Григорий Вячеславович — старший преподаватель кафедры лесопользования, лесостроительства и геоинформационных систем МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), anisochking@list.ru

Поступила в редакцию 18.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

RUSSIAN FEDERATION FOREST PRODUCTIVITY

G.V. Anisochkin

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

anisochking@list.ru

The forests of different forest vegetation zones are evaluated. The structure of the Russian Federation Forest Fund is represented, the percent of forested lands and stock volumes are determined for forest vegetation zones using the data of state forest fund account. The tables are made allowing to analyze the growth rate of basic forest-forming species by forest vegetation zones and their distribution across forested lands. The zones with maximal productivity are shown to be the least forested, the forest resources being depleted substantially, areas and stock volumes of the most important species are being reduced. The diversity of forest growth conditions in the country demands differentiated approach to the organization of forest management in different zones, crucial amendment of reforestation and forest treatment.

Keywords: forest fund, stands, stock volume, forest vegetation zone, forested lands, forest-forming species, percent of forested lands

Suggested citation: Anisochkin G.V. *Produktivnost' nasazhdeniy Rossiyskoy Federatsii* [Russian Federation forest productivity]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 98–106. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-98-106

References

- [1] *Entsiklopediya lesnogo khozyaystva: v 2 t.* [Encyclopedia of Forestry: in 2 v.] Moscow: VNIILM, 2004, v. 1, 416 p.
- [2] Giryayev M.D., Khibiev I.Kh., Shidakov Sh.S. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya lesoustroystva* [Status and perspectives of forest assessment development]. Problemy organizatsii lesoustroystva i puti ikh resheniya: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Moscow, MSFU, 14 aprelya 2017 g. Krasnoyarsk: Nauchno-innovatsionnyy tsentr, 2017, pp. 28–35.
- [3] *Gosudarstvennyy lesnoy reestr* [State Forest Register]. Available at <http://goslesreestr.ru> (accessed 12.12.2018).
- [4] *Lesnoy fond Rossii (po dannym gosudarstvennogo ucheta lesnogo fonda po sostoyaniyu na 1 yanvarya 1998 g.): spravochnik* [Forest fund of Russia (according to the State Forest Register by January 1, 1998)]. Moscow: Scientific Research Information Centre for Forest Resources, 1999, 650 p.
- [5] Kurnaev S.V. *Lesorastitel'noe rayonirovanie SSSR* [Forest zoning of the USSR]. Moscow: Nauka, 1973, 203 p.
- [6] Melekhov I.S. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MSFU, 1989, 302 p.
- [7] Lositskiy K.B., Chuenkov V.S. *Etalonnye lesa* [Standard forests]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1973, 160 p.
- [8] Kharin O.A. *Lesotaksatsionnyy spravochnik* [Forest assessment guide]. Moscow: MLTI, 1991, 155 p.
- [9] Matusevich G.V., Stonozhenko L.V., Ivanov N.G., Anisochkin G.V. *Taksatsiya lesa: teoreticheskie osnovy vychisleniy* [Forest inventory: theoretical fundamentals of computing]. Moscow: MSFU, 2013, 181 p.
- [10] Pak L.N. *Izucheniye i otsenka lesnogo fonda Zabaykal'skogo kraya za period s 1998 po 2016 gg.* [Studies and evaluation of forest fund of Zabaikalskii District for the period from 1998 to 2016]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances of Modern Natural Philosophy], 2017, no. 9, pp. 36–40.
- [11] Korotkov S.A., Stonozhenko L.V. *O neobkhodimosti kachestvennoy otsenki lesosek v Tsentral'nom regione* [On the need for qualitative assessment of logging sites in the Central region]. Lesnoy ekonomicheskiy vestnik [Forest Economic Bulletin], 1999, no. 2, pp. 31–34.
- [12] Kovyazin V.F., Kitsenko A.A. *Khozyaystvennaya otsenka lesnogo fonda Rossiyskoy Federatsii* [Managerial evaluation of forest fund of Russian Federation]. Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika [Actual Issues of Scientific Research of the 21st Century: theory and practice], 2014, vol. 2, no. 5–3 (10–3), pp. 363–368.
- [13] Korotkov S.A., Drobyshev Yu.I., L'vov Yu.G. *Izmeneniye prostranstvennoy struktury lesov Podmoskov'ya pod vozdeystviem antropogennykh faktorov* [Changes in the spatial structure of forests of the Moscow Region under the influence of anthropogenic factors]. Problemy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya prirodnnykh ekosistem i biologicheskikh resursov: tezisy dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 125-letiyu I.I. Sprygina [Proceedings of All-Russian scientific-practical conference «Problems of protection and rational use of natural ecosystems and biological resources» dedicated to the 125th anniversary of I.I. Sprygin]. Penza, 1998, May 18–20, 1998. Penza: Niva Povolzh'ya, 1998, pp. 164–166.
- [14] Anan'ev V.A., Moshnikov S.A. *Struktura i dinamika lesnogo fonda respubliki Kareliya* [Structure and dynamics of forest fund of Karelia Republic]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal [Bulletin of High Schools. Forest Journal], 2016, no. 4 (352), pp. 19–29.
- [15] Korotkov S.A., Stonozhenko L.V. *K voprosu o regulirovanii lesopol'zovaniya v lesakh, podverzhennykh intensivnomu vozdeystviyu cheloveka (na primere el'nikov Podmoskov'ya)* [To the problem of regulating forest management in the forests subjected to intensive human influence (case studies in the spruces of the Moscow Region)]. Lesopol'zovanie i vosproizvodstvo lesnykh resursov: nauch. tr. MGUL [Forest use and reproduction of forest resources. Proc. of Moscow State University of Forest]. Moscow: MSFU, 2000, vol. 303, pp. 132–135.
- [16] Korotkov S.A., Obyedennikov V.I., Volkov S.N. *Otdel'nye voprosy ratsional'nogo lesopol'zovaniya v Evropeyskoy chasti Rossii* [Selected issues of sustainable forest management in the European part of Russia]. Lesnoy ekonomicheskiy vestnik [Forest Economic Bulletin], 1997, no. 3, pp. 7–10.
- [17] Bondarev A.I., Onuchin A.A., Chitorkin V.V., Sokolov V.A. *O kontseptual'nykh polozheniyakh intensivifikatsii ispol'zovaniya i vosproizvodstva lesov v Sibiri* [To the conceptual statements of intensification of use and reproduction of Siberian forests]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy [Bulletin of High Schools. Forest Journal], 2015, no. 6, pp. 25–34.
- [18] Moiseev N.A., Moiseeva T.I. *Analiz vliyaniya lesnogo khozyaystva na dinamiku lesnogo fonda i organizatsiya ustoychivogo ikh razvitiya* [Analysis of forestry effect on the dynamics of forest fund and organization of their sustainable development]. Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik, 2012, no. 5, pp. 154–166.
- [19] Zheldak V.I. *Ekologo-lesovodstvennye osnovy tselevogo ustoychivogo upravleniya lesami* [Ecological and forestry basics of targeted sustainable forest management]. Moscow: VNIILM, 2010, 377 p.
- [20] Obyedennikov V.I., Korotkov S.A., Lomov V.D., Volkov S.N. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MGUL, 2015, 272 p.

Author's information

Anisochkin Grigory Vyacheslavovich — Senior Lecturer of the BMSTU (Mytishchi branch), anisochking@list.ru

Received 18.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

А.И. Радин, И.И. Марадудин, А.П. Рябинков, А.Н. Раздайводин, А.А. Белов

ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», 141200, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 15

radin@roslesrad.ru

Рассматривается проблема радиоактивных лесных пожаров. Отмечается необходимость уточнения критериев отнесения лесных пожаров к радиоактивным и создания их классификации. В качестве критерия опасности радиоактивных лесных пожаров используются параметры минимально значимой активности (МЗА) и минимально значимой удельной активности (МЗУА) в лесных горючих материалах (лесной подстилке) для цезия-137, применительно к работающим на кромке пожара. Предлагается подход к классификации радиоактивных лесных пожаров на основе данных о плотности радиоактивного загрязнения лесных участков и типах лесорастительных условий. Предлагается вариант шкалы категорий радиоактивно загрязненных лесных участков и возникающих на них радиоактивных лесных пожаров по степени опасности при осуществлении их профилактики и тушения.

Ключевые слова: цезий-137, лесные горючие материалы, тип лесорастительных условий, лесной пожар радиоактивный

Ссылка для цитирования: Радин А.И., Марадудин И.И., Рябинков А.П., Раздайводин А.Н., Белов А.А. К вопросу о классификации радиоактивных лесных пожаров // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 107–114. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-107-114

Сначала интенсивного использования человеком атомной энергии и ядерных материалов в окружающую среду стало поступать большое количество радионуклидов искусственного происхождения, оказывающих негативное влияние на живые организмы. Основные их источники — ядерные испытания; радиационные аварии и инциденты, в том числе такие крупные аварии, как взрыв на ПО «Маяк» в 1957 г., аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. и АЭС «Фукусима» в 2011 г. (6–7 уровни по шкале INES IAEA [1]). Необходимо также отметить большое количество менее крупных инцидентов на предприятиях ядерно-топливного цикла; в организациях, использующих для различных целей радиоизотопы; автономных радиоизотопных термоэлектрических генераторах (РИТЭГ), контроль за которыми частично утрачен. Несмотря на панические настроения в ряде развитых стран, приводящие к частичному отказу от использования атомной энергии (как раз там, где возможно обеспечить достаточный уровень безопасности), все большее количество стран и организаций, отличающихся низкой планетарной ответственностью, получает доступ к радиационно-опасным объектам и ядерным материалам, а также средствам доставки ядерного оружия.

Большинство радиационных аварий и инцидентов характеризуются как «сельские» [2], затрагивающие в большей степени население, занятое в аграрном комплексе и смежных отраслях, искусственные и естественные биоценозы.

Только в результате аварии на ЧАЭС загрязнению радионуклидами подверглась значительная часть Европейской части России, в том числе лесные экосистемы. Фоновые (сформировавшиеся в результате глобальных выпадений от ядерных испытаний и аварий) количества искусственных радионуклидов могут быть обнаружены во всех лесных экосистемах северного полушария.

На сегодняшний день к зонам радиоактивного загрязнения в терминологии действующих нормативно-правовых документов [3, 4] на территории России достоверно отнесено более 1 млн га земель лесного фонда (705,4 тыс. га — загрязнение чернобыльского происхождения и 338,4 тыс. га — Восточно-Уральский радиоактивный след) [5]. Значительный вклад в загрязнение лесов в настоящее время вносит изотоп цезий-137 с периодом полураспада 30 лет.

Загрязненные леса имеют двоякую радиэкологическую роль: с одной стороны, связывают и удерживают от дальнейшего распространения радионуклиды, с другой — сами являются источником радиационной опасности, в первую очередь, при возникновении лесных пожаров. Ситуация усугубляется тем, что в отличие от агро- и урбо-экосистем на лесных землях крайне затруднены активные защитные мероприятия [6–11].

Цель работы

В работе рассматривается проблема радиоактивных лесных пожаров, их классификация по степени опасности и необходимости применения защитных мероприятий.

Материалы и методы

Определение радиоактивного лесного пожара впервые дано С.И. Душа-Гудымом [11] и закреплено в ГОСТ Р 22.1.09–99: «Радиоактивный лесной пожар — лесной пожар, при котором горят загрязненные радионуклидами лесные горючие материалы, и образующиеся продукты горения (зола, недожог, дымовой аэрозоль, газообразные продукты) представляют собой открытые источники ионизирующего излучения» [8]. Поскольку в лесных горючих материалах (ЛГМ) практически всегда присутствуют естественные и техногенные радионуклиды, необходимо уточнить, что под источниками ионизирующего излучения понимаются объекты, удовлетворяющие действующим критериям нормирования. Для основного дозобразующего радионуклида — цезия-137 — на территориях, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) предусматривают особые условия работ с источниками ионизирующего излучения при одновременном превышении минимально значимой активности (МЗА) свыше 10 Бк/г и минимально значимой удельной активности (МЗУА) более 10 000 Бк [9, 10].

Приведенное выше определение радиоактивного лесного пожара является достаточно широким, включающим ситуации, требующие применения различных видов и объемов защитных мероприятий при их профилактике и тушении. В связи с этим, по мнению авторов статьи, целесообразно предложить классификацию лесных участков, загрязненных цезием-137 вследствие аварии на ЧАЭС, и возникающих на них радиоактивных лесных пожаров по степени опасности и необходимости применения специальных мер на основе их радиационно-пирологических характеристик.

Ряд исследователей (С.И. Душа-Гудым, А.М. Дворник, В.А. Кашпаров и др.) приводят экспериментальные данные о содержании радионуклидов в воздухе на кромке пожара ниже уровней, установленных рекомендациями МАГАТЭ и национальными нормами радиационной безопасности [11–17]. Однако отмечается глобальный перенос цезия-137 в северном полушарии вследствие лесных пожаров [18], а суммарный выход активности в газоаэрозолях при пожаре может достигать в различных условиях до 1500 МБк/га и более [19]. При этом участники тушения работают в непосредственном контакте с объектами (ЛГМ, зола, недожог и т. п.) превышающими значения МЗА и МЗУА по цезию-137 на рабочем месте. Работающие на тушении пожара часто проживают в зонах радиоактивного загрязнения, испытывая дополнительную дозовую нагрузку от

внешнего и внутреннего облучения, не будучи отнесенным к категории персонала (в терминологии НРБ-99/2009) [20].

В большинстве случаев на загрязненных лесных землях проведено поквартальное радиационное обследование, определена плотность радиоактивного загрязнения лесных почв и осуществлено отнесение к зонам радиоактивного загрязнения [4]. Предположительно, может быть установлена зависимость между плотностью загрязнения почвы и содержанием радионуклида в ЛГМ, депонирующих его основную часть.

Применительно к радиоактивным лесным пожарам, С. И. Душа-Гудым выделяет ЛГМ полога древостоя и ЛГМ напочвенного покрова и лесной подстилки [11].

Удельная активность цезия-137 в ЛГМ полога древостоя, по экспериментальным данным, может достигать 10 Бк/г только в зоне крайне высокого радиоактивного загрязнения (свыше 40 Ки/км²). В большинстве случаев их загрязнение не превышает 3 Бк/г сухого веса. Кроме того, большая часть этих материалов участвует в горении преимущественно при верховых пожарах.

Лесные горючие материалы напочвенного покрова и лесной подстилки включают травы и кустарнички, мхи, лишайники, опад, валеж (мелкие ветви) [11]. Содержание цезия-137 в опаде и валеже соответствует таковому в надземных ЛГМ. Несколько выше оно в растениях напочвенного покрова. Наиболее загрязненным компонентом ЛГМ является лесная подстилка. Удельная активность цезия-137 в подстилке в 10 и более раз выше, чем в остальных ЛГМ (за исключением сильно накапливающих радионуклиды видов растений напочвенного покрова). Содержание цезия-137 в подстилке может превышать 10 Бк/г уже в зоне низкого радиоактивного загрязнения. При этом в благоприятных условиях сгорание лесной подстилки может происходить практически полностью [21].

Лесная подстилка является наиболее критичным ЛГМ по содержанию цезия-137 и запасу на единицу площади лесного участка. Другие виды горючих материалов содержат, в общей сложности, не более 20–30 % активности в ЛГМ, что связано либо с существенно меньшей удельной активностью радионуклида в них, либо с массовой долей в общем составе ЛГМ.

Методика исследования

На основе материалов базы данных наблюдений отдела радиационной экологии и пирологии ФБУ ВНИИЛМ за 2002–2017 гг., а также данных многолетнего мониторинга радиационной обстановки на стационарных участках Союзного государства (ФБУ ВНИИЛМ) и Рослесхо-

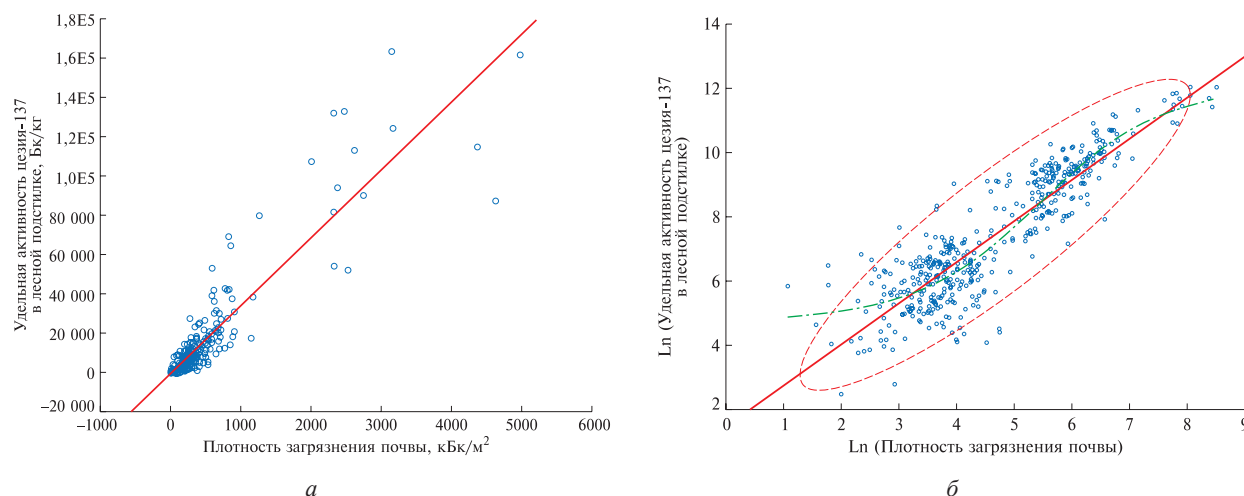


Рис. 1. Диаграмма связи удельной активности цезия-137 в лесной подстилке с плотностью загрязнения почвы: *а* — исходные значения ($y = -563,17 + 34,65x$; $r = 0,91$; $p = 0,0000$; $r^2 = 0,83$); *б* — логарифмированные значения (\bullet — линейная аппроксимация: $y = 1,46 + 1,27x$; $r = 0,89$; $p = 0,0000$; $r^2 = 0,79$; --- — зависимость «доза — эффект»: $y = 4,75 + (12,04 - 4,75)/(1 + 10((5,43 - x)0,4))$)

Fig. 1. The Scatterplot of the relationship between the specific activity of cesium-137 in forest litter with the density of soil contamination: *a* — source values; *б* — logarithmic values

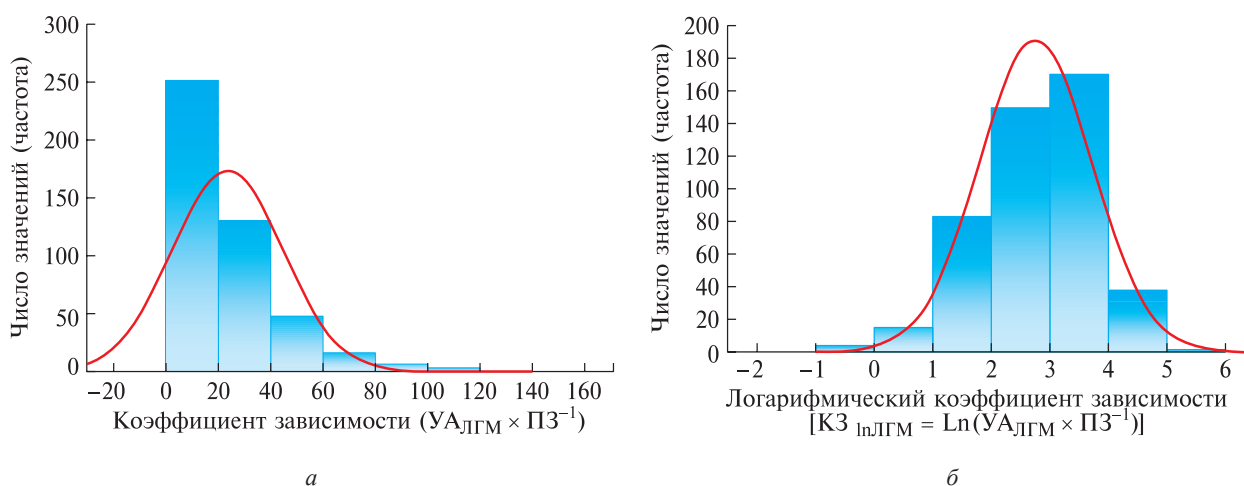


Рис. 2. Гистограмма распределения значений коэффициента зависимости удельной активности цезия-137 в лесной подстилке к плотности загрязнения почвы: *а* — исходные значения; *б* — логарифмированные значения; --- — кривая нормального распределения

Fig. 2. The distribution histogram of values of the coefficient of the dependence of the specific activity of cesium-137 in forest litter to the density of soil contamination: *a* — source values; *б* — logarithmic values; --- — normal distribution curve

за (ФБУ «Рослесозащита») была исследована связь содержания цезия-137 в лесной подстилке с плотностью радиоактивного загрязнения лесных участков [22].

Из рис. 1 видно, что эта связь хорошо выражена. Наиболее показательна она при сопоставлении натуральных логарифмов фактических значений и хорошо аппроксимируется кривой «доза — эффект» (рис. 1, б).

На следующем этапе было исследовано влияние типов лесорастительных условий (ТЛУ) на содержание цезия-137 в лесной подстилке. Был рассчитан коэффициент зависимости его содержания в лесной подстилке от плотности

загрязнения почвы. Однако первичный анализ гистограммы распределения цезия-137 (рис 2, а) показал, что оно не является нормальным. Для обеспечения корректности статистического анализа использовался расчетный логарифмический коэффициент зависимости $KЗ_{lnЛГМ}$, представляющий собой натуральный логарифм отношения удельной активности цезия-137 в лесной подстилке к плотности загрязнения почвы на соответствующем лесном участке:

$$KЗ_{lnЛГМ} = \text{Ln} (УА_{ЛГМ} \times ПЗ^{-1}),$$

где $УА_{ЛГМ}$ — удельная активность цезия-137 в ЛГМ, Бк/кг; $ПЗ$ — плотность загрязнения почвы цезием-137, кБк/м².

Как следует из рис. 2, б, распределение $KZ_{\text{ЛЛГМ}}$ близко к Гауссову смешанному и к нему могут быть применены основные статистические методы.

Результаты и обсуждение

В результате анализа выявлены существенные отличия значений $KZ_{\text{ЛЛГМ}}$ в зависимости от трофического ряда лесорастительных условий (рис. 3). Хорошо выделяются две группы: А–В и С–D [22].

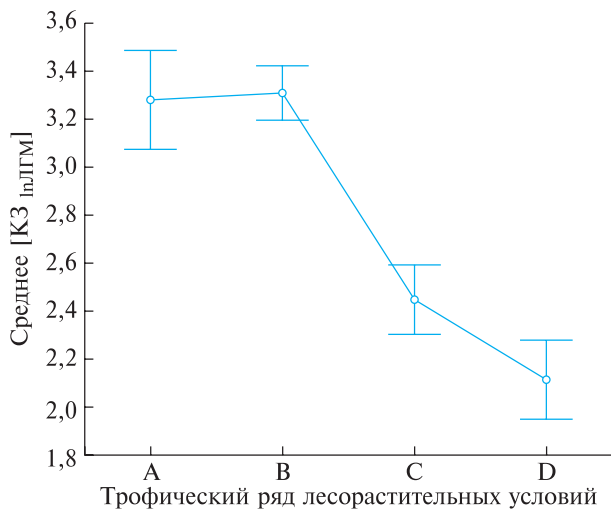


Рис. 3. Диаграмма интервалов средних (\bar{x}) логарифмического коэффициента зависимости ($KZ_{\text{ЛЛГМ}}$) с учетом от трофического ряда лесорастительных условий (для 95 % доверительного интервала)

Fig. 3. The Range Plot of Mean (\bar{x}) logarithmic coefficient of the dependence, taking in to the trophic scale of forest growth conditions (for 95 % confidence interval)

Установлено, что в группе типов лесорастительных условий А–В значение верхней границы 95 % доверительного интервала $KZ_{\text{ЛЛГМ}}$ составляет примерно 3,48, а для С–D — приблизительно 2,59. Соответственно, в группе А–В содержание цезия-137 в лесной подстилке будет достоверно ниже МЗУА (10 Бк/г) при плотности загрязнения почвы 8,3 Ки/км² (306,9 кБк/м²), а для группы С–D 20,2 Ки/км² (748,1 кБк/м²) [22].

Поскольку запас лесной подстилки варьируется в диапазоне 0,9–25 тыс. га, в большинстве случаев при МЗУА > 10 Бк/г можно считать одновременно выполненным условие МЗА > 10 000 Бк [22].

Исходя из вышеизложенного, можно утверждать следующее: с учетом того, что мозаичность загрязнения почвы варьируется в диапазоне 3–6 [23], а коэффициент озоления для лесной подстилки составляет приблизительно 3,0. Уже при плотности загрязнения почвы свыше 1 Ки/км² (37 кБк/м²) возможно образование золы и недожога с удельной активностью цезия-137 свыше 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м², что превышает значения МЗА и МЗУА для ионизирующих источников на

рабочих местах [3, 10]. Следовательно, к радиоактивным могут быть отнесены все лесные пожары в зонах радиоактивного загрязнения цезием-137.

Предлагается выделять 4 категории радиоактивно загрязненных лесных участков и возникающих на них радиоактивных лесных пожаров по степени опасности при осуществлении их профилактики и тушения:

1 — низкая опасность. Все лесные горючие материалы имеют удельную активность по цезию-137 ниже 10 Бк/г. На отдельных участках пожара возможно образование продуктов горения с удельной активностью цезия-137 свыше 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м². Содержание цезия-137 в аэрозольных и газообразных продуктах горения ниже допустимой объемной активности для населения ($ДОА_{\text{нас}}$) 27 Бк/м³. На этих участках работы по профилактике лесных пожаров не требуют специальных защитных мероприятий; необходим коллективный дозиметрический контроль и учет накопленных доз работающих на кромке пожара;

2 — средняя опасность. Лесная подстилка и отдельные виды других ЛГМ могут превышать удельную активность по цезию-137 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м². При пожаре образуются продукты горения с удельной активностью цезия-137 свыше 10 Бк/г в количестве более 1 кг/м². Работы по профилактике и тушению лесных пожаров требуют специальных защитных мероприятий; необходим коллективный или индивидуальный дозиметрический контроль и учет накопленных доз при выполнении работ по профилактике и тушению лесных пожаров;

3 — высокая опасность. Лесная подстилка превышает удельную активность по цезию-137 50 Бк/г, другие виды ЛГМ могут превышать удельную активность по цезию-137 10 Бк/г. При пожаре образуются продукты горения с удельной активностью цезия-137 свыше 100 Бк/г в количестве более 1 кг/м². При работах по профилактике и тушению лесных пожаров высока вероятность превышения предела дозы для населения ($ПД_{\text{нас}}$) — 1 м³ в за один пожароопасный сезон. Работы по профилактике и тушению лесных пожаров требуют специальных защитных мероприятий; необходим индивидуальный дозиметрический контроль и учет накопленных доз при выполнении работ по профилактике и тушению лесных пожаров;

4 — крайне высокая опасность. Предполагаемая поглощенная доза у работающих на тушении пожара за двое суток достигает уровня, при превышении которой возможны детерминированные эффекты (1 Гр на все тело). Соответствует условиям радиационной аварии; определяется по данным оперативного радиационного контроля при работах по тушению лесных пожаров.

При упрощенном подходе этим категориям можно сопоставить зоны радиоактивного загрязнения в соответствии с приказом МПР Российской Федерации от 8 июня 2017 г. № 283 «Об утверждении Особенности...» [4].

Возможно уточнение критериев отнесения участков к категориям 1 и 2 с использованием данных о преобладающих лесорастительных условиях.

В таком случае, к категории 1 будут отнесены участки в лесорастительных условиях А–В до 300 кБк/м² (8,1 Ки/км²) и с преобладанием ТЛУ С–D — с плотностью загрязнения почвы до 750 кБк/м² (20,3 Ки/км²); к категории 2 — участки с плотностью загрязнения почвы до 1480 кБк/м² (40 Ки/км²); к категории 3 — участки с плотностью загрязнения почвы свыше 1480 кБк/м² (свыше 40 Ки/км²); 4 категория вводится на случай возникновения пожаров на наиболее загрязненных участках в зоне крайне высокого загрязнения.

Выводы

Лесная подстилка является наиболее критичным ЛГМ по содержанию цезия-137 и запасу на единицу площади лесного участка. Анализ большого объема данных показывает достоверную связь загрязнения лесной подстилки с плотностью загрязнения почвы. С учетом данных о запасе лесной подстилки, концентрации радионуклидов при ее сгорании и неоднородности загрязнения, требования радиационной безопасности могут быть нарушены во всех зонах радиоактивного загрязнения, а лесные пожары на этих территориях отнесены к радиоактивным.

Выявлена достоверная зависимость содержания цезия-137 в лесной подстилке от типа лесорастительных условий. В наибольшей степени загрязнена лесная подстилка в лесорастительных условиях А–В, что уже при плотности загрязнения почвы свыше 8,3 Ки/км² (306,9 кБк/м²) требует специальных мер обеспечения радиационной безопасности при проведении работ по профилактике лесных пожаров.

На основе полученных результатов предлагается классификация радиоактивных лесных пожаров по степени опасности и необходимости применения защитных мероприятий.

Предложенный подход применим для лесных территорий, загрязненных в результате аэральных выпадений радионуклидов с преобладанием в составе цезия-137 на восстановительной стадии аварии и в ситуации постепенного возвращения к условиям нормальной жизнедеятельности. В условиях острой стадии аварии загрязнения с преобладанием других радионуклидов и путей их поступления в лесные экосистемы предлагаемая классификация может потребовать существенной доработки.

Список литературы

- [1] Международная шкала оценки опасности событий на АЭС // Атомная энергия, 1991. Т. 70. Вып. 1. С. 3–8.
- [2] Алексахин Р.М. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / под ред. Л.А. Ильина, В.А. Губанова. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.
- [3] Закон РФ от 15 мая 1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5323/ (дата обращения 25.02.2019).
- [4] Приказ МПР Российской Федерации от 8 июня 2017 г. № 283 «Об утверждении Особенности осуществления профилактических и реабилитационных мероприятий в зонах радиоактивного загрязнения лесов». URL: <https://rg.ru/2017/08/22/minprirodi-prikaz283-site-dok.html> (дата обращения 25.02.2019).
- [5] Раздайков И.И., Марадудин И.И. Современные аспекты радиационной безопасности в лесах Российской Федерации // ВНИИЛМ — 80 лет научных исследований: сборник статей, посвященный 80-летию ВНИИЛМ / под ред. А.А. Мартынюка, С.А. Родина. М.: ВНИИЛМ, 2014. С. 167–183.
- [6] Руководство по применению контролер в сельском хозяйстве в случае аварийного выброса радионуклидов в окружающую среду. Вена: МАГАТЭ, 1994. 104 с.
- [7] Рябинков А.П. Развитие идей радиационной пирологии леса // ВНИИЛМ — 80 лет научных исследований: сборник статей, посвященный 80-летию ВНИИЛМ / под ред. А.А. Мартынюка, С.А. Родина. М.: ВНИИЛМ, 2014. С. 183–193.
- [8] ГОСТ Р 22.1.09–99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования. Введ. 01.01.2000 г. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 10 с.
- [9] СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009), утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 7 июля 2009 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902170553> (дата обращения 25.02.2019).
- [10] СП 2.6.1.2612–10. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010), утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 40 от 26 апреля 2010 г. URL: <http://base.garant.ru/12177986/> (дата обращения 25.02.2019).
- [11] Душа-Гудым С.И. Радиоактивные лесные пожары. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. 160 с.
- [12] Кашпаров В.А., Миронюк В.В., Журба М.А., Зибцев С.В., Глуховский А.С., Жукова О.М. Радиологические последствия пожара в Чернобыльской зоне отчуждения в апреле 2015 года // Радиационная биология. Радиоэкология, 2017. Т. 57. № 5. С. 512–527.
- [13] Дворник А.А. Радиоэкологическая оценка влияния пирогенного фактора на вторичное радиоактивное загрязнение прилегающей территории (на примере Гомельской области) / Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Гомель: УО ГГУ им. Ф. Скорины, 2014. 26 с.
- [14] Дворник А.А., Спиридов Р.К. Состояние дымовых аэрозоль при сгорании радиоактивных лесных горючих материалов в условиях лабораторного эксперимента // Экологический вестник, 2013. № 2. С. 5–10.
- [15] Дворник А.А., Дворник А.М., Король Р.А., Гапоненко С.О. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека // Радиация и риск, 2016. Т. 25. № 2. С. 100–108.

- [16] Kashparov V.A., Lundin S.V., Kadygrib A.M. Forest fires in the territory contaminated as a result of the Chernobyl accident: radioactive aerosol resuspension and exposure of firefighters // *J. of Environ. Radioactivity*, 2000, no. 51, pp. 281–298.
- [17] Dusha-Gudym S.I. Transport of radioactive materials by wildland fires in the Chernobyl accident zone: how to address the problem // *International forest fire news*, 2005, no. 32, pp. 119–125.
- [18] Gerhard Wotawa, Becker A., D'Amorus R., De Geer L.E., Jean M., Servranskx R., Ungar K. Wildfires and the Global-Scale Cesium-137 Background Activity // *Intern. Conf. «Wildfires and Human security — Fire Management of Terrain Contaminated by Radioactivity, Unexploded Ordnance (UXO) and Land Mines»*, Kiev, Chernobyl, Ukraine, 6–8 October. Kiev: GFMC, 2009, pp. 30–31.
- [19] Душа-Гудым С.И., Огнева С.Е. Методика оценки и расчета выхода загрязненных радионуклидов продуктов горения при лесных пожарах. М.: ВНИИЛМ, 2002. 36 с.
- [20] Средние годовые эффективные дозы облучения в 2001 г. жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 1582 от 18 декабря 1997 года «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» (для целей зонирования населенных пунктов) / под ред. Г.Я. Брука. М.: Минздрав России, 2002. 178 с.
- [21] Арцыбашев Е.С. Лесные пожары и борьба с ними. М.: Лесная промышленность, 1974. 152 с.
- [22] Радин А.И., Раздайводин А.Н., Ромашкин Д.Ю., Белов А.А., Марадудин И.И. Радиационно-пирологическая оценка лесных участков на основе национальной нормативно-правовой базы // *Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития территорий, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, на современном этапе»*, г. Хойники, ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», 26–27 июля 2018 г. / под ред. М.В. Кудина. Хойники: ГПНИУ «ПГРЭС», 2018. С. 128–132.
- [23] Радин А.И., Раздайводин А.Н., Ромашкин Д.Ю. Изменчивость содержания ^{137}Cs в плодовых телах видов рода сыроежка (*Russula Pers.*) // Сб. ст. «Состояние и перспективы использования недревесных ресурсов леса». Пушкино: ВНИИЛМ, 2014. С. 135–143.

Сведения об авторах

Радин Александр Игоревич — зав. лабораторией радиационного контроля ФБУ ВНИИЛМ, radin@roslesrad.ru

Марадудин Иван Иванович — д-р биол. наук, профессор, гл. науч. сотр. отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Рябинков Александр Петрович — канд. с.-х. наук, старший науч. сотрудник, вед. науч. сотрудник отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Раздайводин Андрей Николаевич — зав. отделом радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Белов Артем Анатольевич — канд. биол. наук, старший науч. сотрудник отдела радиационной экологии и экотоксикологии леса ФБУ ВНИИЛМ, info@roslesrad.ru

Поступила в редакцию 20.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

ISSUE OF RADIOACTIVE FOREST FIRE CLASSIFICATION

A.I. Radin, I.I. Maradudin, A.P. Ryabinkov, A.N. Razdaivodin, A.A. Belov

All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), 15, Institutskaya st., 141200, Pushkino, Moscow reg., Russia

radin@roslesrad.ru

The article deals with the problem of radioactive forest fires. Authors noted a need to clarify the qualification criteria of forest fires as radioactive and creating their classification. As a criterion for the hazard of radioactive forest fires, the parameters of the minimum significant activity (MSA) and the minimum significant specific activity (MSSA) in forest fuel (combustible) materials (forest litter) for cesium-137 are used, as applied to the fire edge. An approach is proposed for classifying radioactive forest fires on the basis of data on the density of radioactive contamination of forest areas and types of forest conditions. A variant of the scale of categories of radioactively contaminated forest sites and radioactive forest fires (the hazard levels for the prevention and extinguishing radioactive forest fires) is proposed.

Keywords: cesium-137, forest fuel materials (FFM), forest growing conditions type, radioactive forest fire

Suggested citation: Radin A.I., Maradudin I.I., Ryabinkov A.P., Razdaivodin A.N., Belov A.A. *K voprosu o klasifikatsii radioaktivnykh lesnykh pozharov* [Issue of radioactive forest fire classification]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 107–114. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-107-114

References

- [1] *Mezhdunarodnaya shkala otsenki opasnosti sobyitiy na AES* [International Nuclear Event Scale] // *Atomnaya energiya*, 1991, v. 70, iss. 1, pp. 3–8.
- [2] Aleksakhin R.M. *Krupnye radiatsionnye avarii: posledstviya i zashchitnye mery* [Major radiation accidents: consequences and protective arrangements]. Ed. L.A. Il'in, V.A. Gubanov. Moscow: IzdAT, 2001, 752 p.
- [3] *Zakon RF ot 1 maya 1991 g. № 1244-1 «O sotsial'noy zashchite grazhdan, podvergnutyykh vozdeystviyu radiatsii vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoy AES»* [Law of the Russian Federation of May 15, 1991, no. 1244-1 «On the social protection of citizens exposed to radiation due to the Chernobyl accident»]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5323/ (accessed 25.02.2019).
- [4] *Prikaz MPR Rossiyskoy Federatsii ot 8 iyunya 2017 g. № 283 «Ob utverzhdenii Osobennostey osushchestvleniya profilakticheskikh i reabilitatsionnykh meropriyatiy v zonakh radioaktivnogo zagryazneniya lesov»* [Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation of June 8, 2017, no. 283 «On the Approval of the Features of the Implementation of Preventive and Rehabilitation arrangements in the Areas of Radioactive Forest Pollution»]. Available at: <https://rg.ru/2017/08/22/minprirodi-prikaz283-site-dok.html> (accessed 25.02.2019).
- [5] Razdayvodin A.N., Maradudin I.I. *Sovremennye aspekty radiatsionnoy bezopasnosti v lesakh Rossiyskoy Federatsii* [Modern aspects of radiation security in Russian Federation forests]. VNIILM — 80 let nauchnykh issledovaniy: sbornik statey, posvyashchenny 80-letiyu VNIILM. Ed. A.A. Martynyuk, S.A. Rodin. Moscow: VNIILM, 2014, pp. 167–183.
- [6] *Rukovodstvo po primeniyu kontrmer v sel'skom khozyaystve v sluchae avariynogo vybrosa radionuklidov v okruzhayushchuyu sredu* [Guidelines for Agricultural Countermeasures that Can Be Taken Following an Accidental Release of Radionuclides]. Vena: MAGATE, 1994, 104 p.
- [7] Ryabinkov A.P. *Razvitiye idey radiatsionnoy pirologii lesa* [Development of radiological forest pyrology ideas]. VNIILM — 80 let nauchnykh issledovaniy: sbornik statey, posvyashchenny 80-letiyu VNIILM/ Ed. A.A. Martynyuk, S.A. Rodin. Moscow: VNIILM, 2014, pp. 183–193.
- [8] *GOST R 22.1.09–99. Bezopasnost' v chrezvychaynykh situatsiyakh. Monitoring i prognozirovaniye lesnykh pozharov. Obshchie trebovaniya. Vved. 01.01.2000 g.* [Safety in emergencies. Monitoring and forecasting of forest fires. General requirements. State Standard of the Russian Federation. 01.01.2000]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 1999, 10 p.
- [9] *SanPiN 2.6.1.2523–09. Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB-99/2009)* [Radiation safety standards], utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF № 47 ot 7 iyulya 2009 g. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902170553> (accessed 25.02.2019).
- [10] *SP 2.6.1.2612–10. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti* [SP 2.6.1.2612–10. Basic sanitary regulations for the radiation safety], utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF № 40 ot 26 aprelya 2010 g. Available at: <http://base.garant.ru/12177986/> (accessed 25.02.2019).
- [11] Dusha-Gudym S.I. *Radioaktivnye lesnye pozhary* [Radioactive forest fires]. Moscow: VNIIClesresurs, 1999, 160 p.
- [12] Kashparov V.A., Mironyuk V.V., Zhurba M.A., Zibtsev S.V., Glukhovskiy A.S., Zhukova O.M. *Radiologicheskie posledstviya pozhara v chernobyl'skoy zone otchuzhdeniya v aprele 2015 goda* [Radiological Consequences of the Fire in the Chernobyl Exclusion Zone in April 2015]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2017, v. 57, no. 5, pp. 512–527.
- [13] Dvornik A.A. *Radioekologicheskaya otsenka vliyaniya pirogennoy faktora na vtorichnoye radioaktivnoye zagryaznenie prilagayushchey territorii (na primere Gomel'skoy oblasti)* [Radioecological assessment of the influence of the pyrogenic factor on the secondary radioactive contamination of the adjacent territory (on the example of the Gomel region)]. Avtoref. diss. ... Cand. Sci. (Biological). Gomel': UO GGU im. F. Skoriny, 2014, 26 p.
- [14] Dvornik A.A., Spirov R.K. *Sostoyaniye dymovykh aerozoley pri sgoranii radioaktivnykh lesnykh goryuchikh materialov v usloviyakh laboratornogo eksperimenta* [Status of smoke aerosols during the combustion process of radioactive forest fuel under laboratory conditions]. *Ekologicheskiy vestnik*, 2013, no. 2, pp. 5–10.
- [15] Dvornik A.A., Dvornik A.M., Korol' R.A., Gaponenko S.O. *Radioaktivnoye zagryaznenie vozdukh v rezul'tate lesnykh pozharov i ego opasnost' dlya zdorov'ya cheloveka* [Radioactive contamination of air as a result of forest fires and its threat to a human health]. *Radiatsiya i risk*, 2016, v. 25, no. 2, pp. 100–108.

- [16] Kashparov V.A., Lundin S.V., Kadygrib A.M. Forest fires in the territory contaminated as a result of the Chernobyl accident: radioactive aerosol resuspension and exposure of firefighters. *J. of Environ. Radioactivity*, 2000, no. 51, pp. 281–298.
- [17] Dusha-Gudym S.I. Transport of radioactive materials by wildland fires in the Chernobyl accident zone: how to address the problem. *International forest fire news*, 2005, no. 32, pp. 119–125.
- [18] Gerhard Wotawa, Becker A., D'Amorus R., De Geer L.E., Jean M., Servranskx R., Ungar K. Wildfires and the Global-Scale Cesium-137 Background Activity. Intern. Conf. «Wildfires and Human security — Fire Management of Terrain Contaminated by Radioactivity, Unexploded Ordnance (UXO) and Land Mines», Kiev, Chernobyl, Ukraine, 6–8 October. Kiev: GFMC, 2009, pp. 30–31.
- [19] Dusha-Gudym S.I., Ogneva S.E. *Metodika otsenki i rascheta vykhoda zagryaznennykh radionuklidov produktov goreniya pri lesnykh pozharakh* [Method for estimating and calculating the yield of contaminated radionuclides of combustion products in forest fires]. Moscow: VNIILM, 2002, 36 p.
- [20] *Srednie godovye effektivnye dozy oblucheniya v 2001 g. zhiteley naseleennykh punktov Rossiyskoy Federatsii, otnesennykh k zonam radioaktivnogo zagryazneniya v sootvetstvi s postanovleniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii № 1582 ot 18 dekabrya 1997 goda «Ob utverzhenii Perechnya naseleennykh punktov, nakhodyashchikhsya v granitsakh zon radioaktivnogo zagryazneniya vsledstvie katastrofy na Chernobyl'skoy AES» (dlya tseley zonirovaniya naseleennykh punktov)* [Average annual effective doses in 2001 of inhabitants of settlements of the Russian Federation, referred to the zones of radioactive contamination in accordance with the Resolution of the Government of the Russian Federation no. 1582 of December 18, 1997 «On Approval of the List of Settlements Located within the Radiation Contamination Zones due to the Catastrophe in Chernobyl NPP» (for the purposes of zoning settlements)]. Ed. G.Ya. Bruk. Moscow: Minzdrav Rossii, 2002, 178 p.
- [21] Artsybashev E.S. *Lesnye pozhary i bor'ba s nimi* [Forest fires and their control]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1974, 152 p.
- [22] Radin A.I., Razdayvodin A.N., Romashkin D.Yu., Belov A.A., Maradudin I.I. *Radiatsionno-pirologicheskaya otsenka lesnykh uchastkov na osnove natsional'noy normativno pravovoy bazy* [Radiation-pyrological estimation of forest sites on the basis of the national legal framework]. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i perspektivy razvitiya territoriy, postradavshikh v rezul'tate katastrofy na chernobyl'skoy AES, na sovremennom etape»*, g. Khoyniki, GPNUI «Poleskiy gosudarstvennyy radiatsionno-ekologicheskii zapovednik», 26–27 iyulya 2018 g. Ed. M.V. Kudin. Khoyniki: GPNUI «PGREZ», 2018. C. 128–132.
- [23] Radin A.I., Razdayvodin A.N., Romashkin D.Yu. *Izmenchivost' soderzhaniya ¹³⁷Cs v plodovyykh telakh vidov roda syroezhka (Russula Pers.)* [Variability of ¹³⁷Cs concentration in fruiting bodies of fungi genus *Russula* Pers.]. *Sb. «Sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya nedrevesnykh resursov lesa»*. Pushkino: VNIILM, 2014, pp. 135–143.

Authors' information

Radin Alexander Igorevich — Head of the Radiation Control Laboratory, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), radin@roslesrad.ru

Maradudin Ivan Ivanovich — Dr. Sci. (Biological), Professor, Researcher-in-Chief of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), info@roslesrad.ru

Ryabinkov Alexandr Petrovich — Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), info@roslesrad.ru

Razdaivodin Andrei Nikolaevich — Head of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), razdaivodin@roslesrad.ru

Belov Artem Anatolievich — Cand. Sci. (Biological), Senior Researcher of the Department of Forest Radiation Ecology and Ecotoxicology, All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry (VNIILM), info@roslesrad.ru

Received 20.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

УДК 630.43

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-115-120

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ В ЛЕСАХ ВЛАДИМИРСКОЙ МЕЩЕРЫ

В.Д. Ломов

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

lomov@mgu.ac.ru

Все леса национального парка «Мещера», где проводились исследования, по характеру и степени пожарной опасности можно разделить на три основные группы: светлохвойные (сосновые), темнохвойные (еловые) и лиственные леса. Светлохвойные леса характеризуются большой пожарной опасностью по сравнению с темнохвойными и особенно лиственными лесами. В лесах этой группы преобладают, как правило, низовые пожары, причем возникновение их часто становится возможным уже на второй день после дождя. Наиболее опасны в отношении возникновения пожаров лишайниковые и вересковые боры. В лишайниковых борах пожарная опасность обуславливается, во-первых, большой разреженностью полога, способствующей быстрому высыханию горючих материалов, и, во-вторых, наличием в напочвенном покрове главным образом исключительно легковоспламеняющихся лишайников. Возможность возникновения пожаров в лишайниковых борах наблюдается даже при относительной влажности воздуха в 80 % и более. Пожары в этом типе леса бывают большей частью низовые, слабые. Пламя распространяется по покрову узкой полосой; высота его, в зависимости от степени сухости лишайника, достигает 20–40 см. Примесь к вереску мхов и лишайников увеличивает пожарную опасность в этом типе леса; наоборот, примесь ягодников (брусники), свежего зеленого вейника и багульника снижает опасность возникновения пожаров и тормозит их распространение. В темнохвойных лесах вероятность возникновения пожаров значительно меньше, чем в светлохвойных лесах. Под густой кроной темнохвойных лесов в силу большой затененности растительность развивается слабо, и напочвенный покров состоит главным образом из подстилки и опавшей хвои. Густой полог препятствует просыханию напочвенного покрова, вследствие чего опасность возникновения пожаров после дождя наступает здесь значительно позднее. Подстилка в этих лесах характеризуется большой плотностью и влажностью, составляющей в нижних слоях меньше 50 %. В некоторых типах таких лесов пожары бывают очень редко или даже совсем не наблюдаются, зато в относительно сухих типах темнохвойных лесов пожары чаще принимают вид верховых.

Ключевые слова: горимость лесов, пожарная опасность, лесные пожары

Ссылка для цитирования: Ломов В.Д. Пожарная опасность в лесах Владимирской Мещеры // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 115–120. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-115-120

Степень опасности возникновения и распространения пожаров определяется типом леса, структурой насаждения, породным составом, возрастом и другими характеристиками лесного фонда [1–6].

Цель работы

Цель работы — изучение горимости лесов Владимирской Мещеры в лесах НП «Мещера».

Материалы и методы

Все леса национального парка по характеру и степени пожарной опасности можно разделить на три основные группы [7, 8]:

- светлохвойные (сосновые);
- темнохвойные (еловые);
- лиственные леса.

Светлохвойные (сосновые) леса. Эти леса в общем характеризуются большой пожарной опасностью по сравнению с корреспондирующими им по условиям местопроизрастания, т.е. произрастающими в таких же условиях, темнохвойными и особенно лиственными лесами. Из-за меньшей затененности покров здесь просыхает лучше и, кроме того, имеет в своем составе больше легко воспламеняющихся видов горючих материалов.

Горимость сосняков усиливается и смолистостью опада. В лесах этой группы преобладают, как правило, низовые пожары, причем возникновение их часто становится возможным уже на второй день после дождя.

Наиболее опасны в отношении возникновения пожаров лишайниковые и вересковые боры [9, 10]. В лишайниковых борах пожарная опасность обуславливается, во-первых, большой разреженностью полога, способствующей быстрому высыханию горючих материалов, и, во-вторых, наличием в напочвенном покрове главным образом исключительно легковоспламеняющихся лишайников. Находящийся в составе напочвенного покрова зеленый мох, располагающийся небольшими скоплениями у колод, в этих условиях горит хорошо и не снижает пожарной опасности, а наличие опада из хвои и сухих мелких сосновых веток значительно усиливает опасность возникновения и развития огня. Возможность возникновения пожаров в лишайниковых борах наблюдается даже при относительной влажности воздуха в 80 % и более. Пожары в этом типе леса бывают большей частью низовые, слабые. Пламя распространяется по покрову узкой полосой; высота его, в зависимости от степени сухости

лишайника, достигает 20–40 см. Охваченный огнем лишайник сгорает быстро и, если он достаточно сух, — почти без остатка. Если же нижние части его влажны, то они в виде черных пятен сохраняются и после пожара. Иногда пожары здесь носят неравномерный, как бы мозаичный характер: внутри очага встречаются отдельные места, не тронутые огнем. При наличии здесь групп соснового подроста огонь может перейти на кроны деревьев и дать начало верховому пожару [11–14].

Почти так же опасны вересковые боры. Пожары в этих борах могут возникать при относительной влажности воздуха лишь немного ниже той, при которой появляется опасность возникновения их в лишайниковых борах. Высота пламени при распространении пожаров в вересковых борах зависит от густоты вереска и высоты его зарослей. В густых зарослях высота пламени достигает 1–1,5 м. Скорость распространения пожаров в вересковых борах примерно такая же, как и в лишайниковых.

Вересковые боры являются производными от беломошников и брусничников [15]. Примесь к вереску мхов и лишайников увеличивает пожарную опасность и в этом типе леса; наоборот, примесь ягодников (брусники), свежего зеленого вейника и багульника снижает опасность возникновения пожаров и тормозит их распространение.

Несколько меньшей пожарной опасностью характеризуются брусничниковые боры, отнесенные И.С. Мелеховым к группе легкозагорающих типов. Меньшая доля участия лишайников в напочвенном покрове и наличие брусники и других высших растений, большая сомкнутость полога древостоев и их одновозрастный состав, примесь ели к сосне — все это уменьшает опасность воспламенения напочвенного покрова и, следовательно, возникновения лесного пожара. И.С. Мелехов считал, что пожарная опасность в сосняках-брусничниках наступает при снижении относительной влажности воздуха на 10–20 % по сравнению с той, при которой появляется опасность загорания в беломошниках. В этих типах также преобладают низовые пожары, причем в связи с большим количеством горючих материалов пожары нередко имеют более интенсивный и устойчивый характер. Высота пламени часто достигает 0,5–1,5 м, скорость поступательного движения кромки пожара — 2–4 м/мин. Пожарная опасность после дождя в этом типе леса наступает несколько позже, чем в лишайниковых борах. Чем суше почва, тем больше этот тип леса по составу горючих материалов и степени пожарной опасности приближается к предыдущим типам [16–18].

С увеличением влажности и улучшением почвенных условий в напочвенном покрове все

больше появляются ягодники и другие высшие и более огнестойкие растения. В составе древостоев чаще встречаются ель и лиственные породы, увеличивается сомкнутость древостоев. В связи с этим испарение влаги напочвенным покровом уменьшается, а, следовательно, уменьшается и опасность возникновения пожаров. Но если в этом типе пожар все же возникает, он бывает интенсивным, устойчивым и затяжным.

В производном от брусничникового бора типе с напочвенным покровом из вейника пожарная опасность усиливается весной и осенью, когда почва покрыта сухим вейником, и значительно уменьшается летом в период его вегетации. Уменьшается пожарная опасность также и при появлении в покрове багульника, нередко поселяющегося вместе с вереском после пожаров в борах — брусничниках. Увеличение влажности почвы и связанное с этим соответствующее изменение состава и влажности напочвенного покрова понижает опасность возникновения пожаров. Сосняки черничники и кисличники, относимые И.С. Мелеховым к группе типов с относительно умеренной опасностью загорания, характеризуются сравнительно небогатыми, хорошо дренированными почвами. Черничники отличаются большей влажностью почвы и преобладанием в напочвенном покрове (первый ярус) черники; кисличники — большим богатством почвы и преобладанием в покрове кислички. Во втором ярусе напочвенного покрова преобладают зеленый мох и кукушкин лен. Это высокопродуктивные сосняки с более сомкнутым пологом, с большей затененностью напочвенного покрова. Опасность возникновения пожаров здесь ниже, но низовые пожары в связи с большим скоплением местных горючих материалов носят более устойчивый характер, а примесь ели в составе древостоев создает угрозу возникновения верховых пожаров. Высыхание подстилки и дернины идет здесь неравномерно, поэтому огонь распространяется также неравномерно — пятнами, перешейками, языками, в зависимости от характера микрорельефа. Высота пламени колеблется в пределах от 0,3 до 0,5 м, а скорость движения кромки огня достигает 1 м/мин. Дальнейшее увеличение влажности и богатства почвы и связанные с этим изменения в древостоях и в напочвенном покрове еще более снижают пожарную опасность.

Сосняки-долгомошники, входящие в состав группы трудно загорающих сосняков, представляют собой чистые сосняки на сырых застойных почвах с преобладанием в покрове влаголюбивого кукушкина льна [19, 20]. В сухом состоянии этот мох горит хорошо, но сильное его высыхание возможно лишь после продолжительного засушливого периода. Огонь в сосняке долгомошнике

распространяется неравномерно, выбирая места, не занятые мхом, и особенно задерживаясь под основанием некоторых моховых подушек. Скорость распространения пожара в 1,5–2 раза меньше, чем в черничниках и кисличниках.

Сосняки сфагновые — низкополотные и низкобонитетные, расположены на мокрых болотистых почвах. Изреженность полога древостоя в этих сосняках создает предпосылки для большего высыхания напочвенного покрова, но большое количество влаги в почве обуславливает возможность пожаров главным образом только во второй половине лета. В таких сосняках развиваются подземные пожары, приводящие древостои к полной гибели.

Сосняки болотно-травные (злаково-осоковый покров с разнотравьем) располагаются на почвах с проточным увлажнением. Травянистая растительность создает здесь условия для возникновения низовых пожаров по сухой траве весной — до начала периода вегетации и осенью — в конце этого периода. Летом наличие зеленой травянистой растительности резко сокращает здесь возможность возникновения и развития пожаров.

В сложных сосняках фактором, уменьшающим пожарную опасность, является большая сомкнутость полога и нижние ярусы из лиственных пород. Пожары в этих типах леса возможны лишь низовые, при несколько повышенной опасности их возникновения весной и осенью из-за большого количества опавших сухих листьев.

Темнохвойные (еловые) леса. Под густой кроной темнохвойных лесов в силу большой затененности растительность развивается слабо, и напочвенный покров состоит главным образом из подстилки и опавшей хвои. Густой полог препятствует просыханию напочвенного покрова, вследствие чего опасность возникновения пожаров после дождя наступает здесь значительно позднее. Подстилка в этих лесах характеризуется большой плотностью и влажностью, составляющей в нижних слоях меньше 50 %. В некоторых типах таких лесов пожары бывают очень редко или даже совсем не наблюдаются, зато в относительно сухих типах темнохвойных лесов пожары чаще принимают вид верховых.

К относительно легкозагорающимся типам относятся ельники-брусничники. Эти ельники характеризуются разреженностью полога, а, следовательно, лучшим просыханием напочвенного покрова. Опасность возникновения пожаров здесь меньшая, чем у корреспондирующих им сосняков-брусничников, но в то же время пожары, возникшие в этих типах, легко переходят в верховые и приводят древостои к полной гибели.

Типы среднезагорающихся ельников представляют ельники-черничники и ельники-кисличники. Факторами, мешающими возникновению пожаров в этих типах, являются в черничниках — влажная почва, в кисличниках — исключительно тенистый полог.

Труднозагорающиеся и негоримые типы составляют ельники на почвах с прогрессивным или с проточным увлажнением, а также сложные ельники. Эти типы ельников часто остаются не тронутыми пожарами, в то время как вокруг на более сухих, возвышенных местах леса неоднократно загораются. Однако здесь не исключена опасность верховых пожаров вследствие переброски огня из соседних типов леса, занимающих возвышенные, более сухие места.

Лиственные леса. Эти леса характеризуются в общем незначительной пожарной опасностью. Более того, они могут быть использованы в качестве преград, препятствующих распространению в хвойных массивах верховых пожаров. Большое содержание влаги в листе, ветвях и сучьях обуславливает высокую устойчивость лиственных древостоев против пожаров. В этом отношении на первое место следует поставить широколиственные леса. Из мелколиственных наиболее устойчивыми являются ольховые и осиновые. Березняки, хотя сами и сильно страдают от высокой температуры, также могут играть роль противопожарного барьера, препятствующего распространению верховых пожаров.

Более опасны лиственные насаждения на сухих почвах. Напочвенный покров в них состоит из легковоспламеняющихся горючих материалов, и в этом отношении они в какой-то мере корреспондируют со светлохвойными (сосновыми) лесами, находящимися в аналогичных условиях местопроизрастания. Но пожары в этих условиях могут быть лишь низовые и небольшой силы, их легко можно остановить неширокими преградами в виде защитных полос.

В национальном парке на долю первых трех классов природной пожарной опасности приходится около 70 % территории лесного фонда. Средний класс природной пожарной опасности парка относительно невысокий, однако, учитывая наличие сети дорог общего пользования, проходящих по лесным массивам и вблизи них, наличие торфяников, возрастание посещаемости лесов местным населением и туристами, все это в значительной мере создает благоприятные условия для возникновения большого числа лесных пожаров в течение всего пожароопасного сезона. По лесопирологической оценке территория земель лесного фонда национального парка характеризуется сравнительно напряженной пожарной обстановкой в течение всего пожароопасного сезона.

Территория входит в Волго-Окскую лесопожарную область, где число дней с III–V классом пожарной опасности по условиям погоды составляет до 43 % пожароопасного сезона (в среднем 70–80 дней за сезон), а высокая посещаемость лесов создает потенциальную опасность появления в них антропогенных источников огня. Продолжительность пожароопасного сезона (от первого до последнего дня со II классом пожарной опасности по условиям погоды) составляет в среднем 170–180 дней.

В районе расположения национального парка засушливые сезоны в 40 % случаев повторяются через 2–5 лет, а в 60 % — через 10–12 лет. Следствием засух являются лесные пожары, которые наносят в эти периоды колоссальный материальный и экологический ущерб. Учитывая наибольшее количество дней с низкой относительной влажностью воздуха и высоких среднемесячных температур, наиболее опасным следует считать период с мая по август. В этот период выпадает около 70 % годовых осадков, при этом часто в виде ливневых дождей. Однако если ливень случается во время сильной засухи, когда горючие материалы и подстилка имеют минимальную влажность, такой дождь не приводит к существенному снижению пожарной опасности.

Самое раннее возникновение пожаров отмечено в апреле, самое позднее — в июне. Продолжительность периода фактической горимости за 10 лет варьировала от 51 до 156 дней, средняя продолжительность составляет 104 дня. Это говорит о том, что сроки этого периода в отдельные годы могут значительно изменяться.

На территории национального парка в среднем возникает до 45 пожаров за сезон, из них до 16 % составляют торфяные. Средняя площадь одного пожара составляет 4,7 га. В засушливые сезоны количество и площадь пожаров резко возрастает, а средняя площадь одного пожара достигает 8 га. Учитывая цели и задачи национального парка, основными из которых являются сохранение природных комплексов, такие показатели горимости считаются катастрофическими, а следовательно — недопустимы. Следует отметить, что лесопожарными службами национального парка не всегда принимаются своевременные и действенные меры по обнаружению и тушению возникающих лесных и торфяных пожаров, о чем свидетельствует средняя площадь одного пожара — 4,7 га.

Возрастание количества и площади лесных пожаров происходит постепенно, пожарный максимум приходится на июнь–сентябрь. Основной пик горимости по площади и количеству пожаров наблюдается в июле–августе, когда температура воздуха повышается, а высокая посещаемость лесов в этот период (сбор грибов, ягод и т. д.), соз-

дает потенциальную опасность появления в них антропогенных источников огня. При этом пожары носят низовой устойчивый характер, в результате чего выгорает подстилка и повреждается корневая система деревьев, что в дальнейшем приводит к ослаблению, а часто и гибели насаждений.

Анализ причин возникновения лесных и торфяных пожаров на территории национального парка показывает, что в 97 % случаях основной причиной в возникновении пожаров является неосторожное обращение людей с огнем при посещении лесов.

Выводы

Основные мероприятия по развитию и совершенствованию охраны лесов от пожаров необходимо организовывать и выполнять с учетом функционального зонирования и лесопирологических условий в зонах.

На территории заповедной зоны какие-либо работы противопожарного назначения, нарушающие природные комплексы, проектом не предусматриваются. Вместе с этим именно эта зона требует наиболее надежной охраны от пожаров. Поскольку в зоне хозяйственное вмешательство запрещено, то здесь будет накапливаться горючий материал, в основном за счет отпада фитоценоза, что в целом приведет к снижению пожарной устойчивости лесов. В этой связи должен осуществляться постоянный комплексный природоохранный контроль, в том числе противопожарный в течение всего пожароопасного сезона с главной целью не допустить возникновения пожара. При его возникновении по каким-либо причинам — своевременно обнаружить и ликвидировать на минимальной площади.

С целью профилактики пожаров в первую очередь планируется установить вокруг заповедных территорий средства информации о строгом соблюдении правил пожарной безопасности. В периоды высокой пожарной опасности, в выходные и праздничные дни пожароопасного сезона на дорогах к заповедной зоне устанавливаются контрольные посты.

На территории особо охраняемой зоны могут выполняться противопожарные мероприятия профилактического характера, установка средств наглядной агитации, оборудование мест отдыха, уборка накопившихся пожароопасных материалов, другие работы, обеспечивающие повышение пожароустойчивости лесов, но не нарушающие восстановление природных комплексов, а также маршрутное патрулирование.

В рекреационной зоне, зоне хозяйственного назначения, зоне познавательного туризма и стабилизации природных комплексов выполняются противопожарные мероприятия, обеспечивающие профилактику пожаров, своевременное их обнаружение и тушение на минимальных площа-

дах. В качестве профилактики устанавливаются средства наглядной агитации, особенно вдоль познавательных экскурсионных маршрутов, в местах различного вида отдыха и контролируемого лесопользования (сбор ягод, грибов, сенокосения и т. п.). С целью ограничения распространения огня целесообразно на пожароопасных участках вдоль границ, дорог, других объектов создавать минерализованные полосы.

Список литературы

- [1] Ломов В.Д., Волков С.Н. Лесные пожары и борьба с ними. М.: МГУЛ, 2014. 352 с.
- [2] Мелехов И.С. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2005. 322 с.
- [3] Мелехов И.С., Сергеева Е.П. Лесная пирология. М.: МГУЛ, 2007. 291 с.
- [4] Обыденников В.И., Коротков С.А., Ломов В.Д., Волков С.Н. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2015. 272 с.
- [5] Обыденников В.И., Ломов В.Д. Лесоводство. М.: МГУЛ, 2011. 282 с.
- [6] Киселева В.В., Обыденников В.И., Ломов В.Д., Титов А.П. История и современное состояние сосняков Алексеевской рощи Национального парка «Лосиный остров» // Лесоведение, 2010. № 3. С. 42–52.
- [7] Волков С.Н., Ломов В.Д., Перминова И.А. Пожарная опасность в лесах Шушенского района Красноярского края // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2016. № 5. С. 154–158.
- [8] Ерицов А.М., Астахов Е.О. Опыт применения взрывчатых материалов при локализации и ликвидации лесных пожаров // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций, 2018. № 1. С. 56–61.
- [9] Щетинский Е.А. Нормативно-правовое обеспечение охраны лесов от пожаров. Пушкино: ВИПКЛХ, 1999. 70 с.
- [10] Щетинский Е.А. Охрана лесов. М.: ВНИИЛМ, 2001. Вып. 5. 360 с.
- [11] Правила пожарной безопасности в лесах. Постановление Правительства РФ от 30 июня 2007. № 417. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_69502/ (дата обращения 20.12.2018).
- [12] Лесной кодекс РФ. М.: ВНИИЛМ, 2007. 85 с.
- [13] Петров А.П. Государственное управление лесным хозяйством. М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2004. 264 с.
- [14] Работа с населением по предотвращению лесных пожаров / под ред. Е.П. Кузьмичева. М.: Весь мир, 2006. 128 с.
- [15] ОСТ 56–108–98. Лесоводство. Термины и определения. Стандарт отрасли. М.: ВНИИЦлесресурс, 1998. 57 с.
- [16] Лесной кодекс. Комментарии. Федеральное агентство лесного хозяйства. М.: ВНИИЛМ, 2007. 850 с.
- [17] Мелехов И.С. Лесоведение. М.: МГУЛ, 2005. 372 с.
- [18] Ломов В.Д., Волков С.Н. Лесная пирология. М.: МГУЛ, 2008. 192 с.
- [19] Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М.: Гослесбумиздат, 1955. 600 с.
- [20] Мелехов И.С. Руководство по изучению типов концентрированных вырубков. М.: Наука, 1965. 180 с.

Сведения об авторе

Ломов Виктор Дмитриевич — канд. с.-х. наук, доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), lomov@mgul.ac.ru

Поступила в редакцию 15.12.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

FIRE HAZARD IN THE FOREST OF VLADIMIR MESHERA

V.D. Lomov

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

lomov@mgul.ac.ru

All the forests of the Meshchera National Park, where research was conducted, can be divided into three main groups according to the nature and degree of fire danger — light coniferous (pine), dark coniferous (spruce) and deciduous forests. Light coniferous forests are characterized by a high fire hazard compared with dark-coniferous and especially deciduous forests. In the forests of this group, lowland fires, as a rule, predominate, and their occurrence often becomes possible on the second day after the rain. The most dangerous in relation to the occurrence of fires are lichen and heather forests. In the lichen burs, the fire hazard is due, firstly, to the high degree of thinness of the canopy, which contributes to the rapid drying of combustible materials and, secondly, to the presence in the ground cover of mainly exclusively flammable lichens. The possibility of fires in lichen forests is observed even at a relative humidity of 80 % or more. Fires in this type of forest are mostly grassroots, weak. The flame spreads over the cover in a narrow strip; its height, depending on the degree of dryness of the lichen, reaches 20–40 cm. The addition of moss and lichen to heather increases the fire danger in this type of forest; on the contrary, the admixture of berries (lingonberries), fresh green veinik and wild rosemary reduces the risk of fires and slows down their spread. In dark coniferous forests the likelihood of fires is much less than in light coniferous forests. Under the dense crown of dark coniferous forests, due to the large shading, vegetation develops poorly, and the ground cover consists mainly of litter and fallen needles. A thick canopy prevents drying of the ground cover, as a result of which the danger of fires after rain comes here much later. The litter in these forests is characterized by high density and humidity, which is less than 50 % in the lower layers. In some types of such forests, fires are very rarely or even not observed at all, but in relatively dry types of dark coniferous forests, fires more often take the form of riding ones.

Keywords: combustibility of forest, fire danger, forest fires

Suggested citation: Lomov V.D. *Pozharnaya opasnost' v lesakh Vladimirskoy Meshchery* [Fire hazard in the forest of Vladimir Meshera]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 115–120. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-115-120

References

- [1] Lomov V.D., Volkov S.N. *Lesnye pozhary i bor'ba s nimi*. [Forest fires and the fight against them]. Moscow: MSFU, 2014, 352 p.
- [2] Melekhov I.S. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MSFU, 2005, 322 p.
- [3] Melekhov I.S., Sergeeva E.P. *Lesnaya pirologiya* [Forest pyrology]. Moscow: MSFU, 2007, 291 p.
- [4] Obydennikov V.I., Korotkov S.A., Lomov V.D., Volkov S.N. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MSFU, 2015, 272 p.
- [5] Obydennikov V.I., Lomov V.D. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow: MSFU, 2011, 282 p.
- [6] Kiseleva V.V., Obydennikov V.I., Lomov V.D., Titov A.P. *Istoriya i sovremennoe sostoyanie sosnyakov Alekseevskoy roshchi Natsional'nogo parka «Losinyy ostrov»* [The history and current state of the pine forests of the Alekseevskaya grove of the national park «Losiny Ostrov»]. *Lesovedenie*. [Forest science], 2010, no. 3, pp. 42–52.
- [7] Volkov S.N., Lomov V.D., Perminova I.A. *Pozharnaya opasnost' v lesakh Shushenskogo rayona Krasnoyarskogo kraya* [The present danger in the forests of the Shushensky district of the Krasnoyarsk Territory]. *Moscow state forest university bulletin – Lesnoy vestnik*, 2016, no. 5, pp. 154–159.
- [8] Eritsov A.M., Astakhov E.O. *Opyt primeneniya vzryvchatykh materialov pri lokalizatsii i likvidatsii lesnykh pozharov* [Experience in the use of explosive materials in the localization and liquidation of forest fires]. *Problemy bezopasnosti i chrezvychaynykh situatsiy* [Problems of safety and emergency situations], 2018, no. 1, pp. 56–61.
- [9] Shchetinskiy E.A. *Normativno-pravovoe obespechenie okhrany lesov ot pozharov* [regulatory and legal support forest fire]. Pushkino: VIPKLLKH, 1999, 70 p.
- [10] Shchetinskiy E.A. *Okhrana lesov* [Forest Protection]. Moscow: VNIILM, 2001, v. 5, 360 p.
- [11] *Pravila pozharnoy bezopasnosti v lesakh. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 30 iyunya 2007. № 417*. [Fire safety in the woods. Government Decree of June 30, 2007, no. 417]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_69502/ (accessed 20.12.2018).
- [12] *Lesnoy kodeks RF* [Forest Code Russian Federation]. Moscow: VNIILM, 2007, 85 p.
- [13] Petrov A.P. *Gosudarstvennoe upravlenie lesnym khozyaystvom* [State Forestry Administration]. Moscow: Federal Forestry Agency, 2004, 264 p.
- [14] *Rabota s naseleniem po predotvrashcheniyu lesnykh pozharov* [Work with the population on the prevention of forest fires]. Ed. E.P. Kuzmichev. Moscow: Ves' mir, 2006, 128 p.
- [15] *OST 56–108–98. Lesovodstvo. Terminy i opredeleniya. Standart otrasli* [OST 56–108–98. Forestry. Terms and Definitions. Standard industry]. Moscow: VNIITslesesurs, 1998, 57 p.
- [16] *Lesnoy kodeks. Kommentarii. Federal'noe agentstvo lesnogo khozyaystva* [Forest Code. Comments. Federal Forestry Agency]. Moscow: VNIILM, 2007, 850 p.
- [17] Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Silviculture]. Moscow: MSFU, 2005, 372 p.
- [18] Lomov V.D., Volkov S.N. *Lesnaya pirologiya* [Forest fire science]. Moscow: MSFU, 2008, 192 p.
- [19] Tkachenko M.E. *Obshchee lesovodstvo* [Total forestry]. Moscow: Goslesbumizdat, 1955, 600 p.
- [20] Melekhov I.S. *Rukovodstvo po izucheniyu tipov kontsentrirrovannykh vyrubok*. [Study Guide types of concentrated felling]. Moscow: Science, 1965, 180 p.

Author's information

Lomov Viktor Dmitrievich — Cand. Sci. (Agriculture), Associate Professor BMSTU (Mytishchi branch), lomov@mgul.ac.ru

Received 15.12.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

УДК 630.165.7

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-121-126

БИОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПАЛЕОПРОИСХОЖДЕНИЕ РОДА *POPULUS* L. (ОБЗОР)

А.П. Царев

Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, 394087, г. Воронеж,
ул. Ломоносова, д. 105

anatolytsa@gmail.com

Представлено систематическое положение рода и показано, что для его видов характерен диплоидный набор хромосом ($2n = 38$). Но некоторые из них имеют автотриплоидную форму, $2n = 57$ (*P. Alba* L., *P. Tremula* L., *P. Nigra* L.), и даже автотетраплоидную, $2n = 76$ (*P. tacamahaca* Mill.). У тополя *P. canescens* известна форма с аллотриплоидным уровнем, $2n = 57$. ДНК тополя содержит 485 ± 10 млн пар нуклеотидов. В ядре содержится 45 555 генов, в хлоропластах и митохондриях — 153. Отмечено, что семейство *Salicaceae* по строению гинецея и по ряду других признаков наиболее близко к порядкам *Tamaricales* и особенно *Violales*; могло произойти от семейства *Flacourtiaceae*, с которым оно сходно по анатомическому строению древесины и развитию морфологии цветков. При анализе особенностей строения и свойств древесины приведены данные по разным показателям. Так, соотношение тканей сильно варьируется: 50–65 % — это волокна, 28–38 % — сосуды и 7–15 % — клетки паренхимы. Древесина отличается низкой плотностью: 0,31–0,40 г/см³ в свежесрубленном состоянии, в то время как в воздушно-сухом состоянии она может достигать 0,50 г/см³. Приведены также показатели влажности, стабильности размеров, механических свойств, химического состава, кислотности и других характеристик. В частности, показатели модуля разрыва древесины составляют 58–63 МПа, а модуля эластичности — 8,1–9,9 ГПа. Древесина состоит в среднем на 80 % из целлюлозы и 20 % лигнина. Показана эволюция представлений о палеоприсхождении различных видов тополя. Изучение существующего материала позволяет с большой долей вероятности считать, что секция бальзамических тополей обособилась несколько раньше, чем черные и белые тополя.

Ключевые слова: тополя, биологические особенности, структура, соотношение тканей, плотность древесины, химический состав, палеоприсхождение

Ссылка для цитирования: Царев А.П. Биолого-структурные особенности и палеоприсхождение рода *Populus* L. (Обзор) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 121–126.
DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-121-126

Исследования биологических особенностей и происхождения, а также эволюции отдельных родов и видов имеют фундаментальное значение для изучения окружающего нас мира. Одними из хозяйственно важных видов являются тополя, интерес к которым обусловлен как быстротой их роста и способностью в короткие сроки накапливать большие запасы древесины, так и другими ценными свойствами, которые позволяют их использовать в широком спектре применения.

Не случайно Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) создала в 1947 г. Международную тополевую комиссию (МТК), куда входят 38 наиболее развитых и развивающихся стран, с задачами всестороннего исследования этой породы и разработки технологий ее разведения и утилизации. Тополь является перво-степенной породой для преодоления лесного дефицита в южных регионах страны. Он используется в полезащитных, мелиоративных и озеленительных мероприятиях, а также при создании плантационных, биоэнергетических и других видов насаждений.

Цель работы

Настоящая работа посвящена анализу достижений по исследованию некоторых биоло-

го-структурных характеристик и происхождения разных видов рода *Populus* L.

Материалы и методы

Род *Populus* L. относится к семейству ивовых *Salicaceae* Mirbel, порядку *Salicales* Lindley (*Salicinales*), надпорядку *Dilleniaceae*, подклассу *Dilleniidae*, классу *Magnoliatae* (*Dicotyledones*), отделу *Magnoliophyta* (*Angiospermae*). Он широко распространен в областях умеренного климата северного полушария. Предпочитает теплый и умеренно холодный климат, но некоторые виды найдены в зоне тундры и высокогорье.

Род представлен двудомными, как правило, крупными быстрорастущими деревьями, реже кустарниками.

Для видов тополя характерен диплоидный набор хромосом ($2n = 38$). Но некоторые из них имеют автотриплоидную форму, $2n = 57$ (*P. Alba* L., *P. tremula* L., *P. nigra* L.), и даже автотетраплоидную, $2n = 76$ (*P. tacamahaca* Mill.). У тополя *P. canescens* известна форма с аллотриплоидным уровнем, $2n = 57$ [1].

ДНК тополя содержит 485 ± 10 млн пар нуклеотидов. В ядре содержится 45 555 генов, в хлоропластах и митохондриях — 153 [2].

Морфолого-биологические особенности

Почки удлинённые, часто заострённые, покрыты несколькими чешуйками, могут быть смолистыми и душистыми.

Листья очередные с варьирующей формой листовой пластинки (дельтовидной, сердцевидной, овальной, ланцетовидной, заострённой и др.) с цельными, зубчатыми или пильчатыми краями. Устьица парацитные. Черешки листьев разной длины (0,5–11 см) голые или опушённые. У пересечения черешков и листовой пластинки у некоторых видов встречаются железки.

Цветки собраны в висячих сережках, однополые, безлепестные с рудиментарной чашечкой в виде пластинки в мужском цветке и блюдцеобразного образования в женском. В процессе эволюции цветки утратили энтомофилию и являются анемофильными. Тычинок 3–60, нити свободные, пыльники 2-гнездные, раскрываются продольно, обычно красного цвета. Оболочка микроспор безапертурная. Гинецей паракарпный из 2–4 плодолистиков с 2–4 сидячими рыльцами, завязь верхняя с многочисленными семязачатками на каждой плаценте.

Семенные коробочки с 2–4 створками. Семена очень мелкие с базальным пучком волосков, тонкой кожурой, прямым зародышем без эндосперма или с очень скудным эндоспермом [3].

Л.А. Тахтаджян [4] отмечал, что семейство *Salicaceae* по строению гинецея и по ряду других признаков наиболее близко к порядкам *Tamaricales* и особенно *Violales*; могло произойти от семейства *Flacourtiaceae*, с которым оно сходно по анатомическому строению древесины и развитию морфологии цветков.

Особенности строения и свойств древесины

Древесина белая, без смоляных ходов, легкая. Подробный обзор ее свойств составлен группой исследователей из Канады, Бельгии и Китая [5]. Некоторые важные показатели, на которые они обращают внимание, представлены ниже.

Соотношение тканей в древесине тополей колеблется в широких пределах: 50–65 % — это волокна, 28–38 % — сосуды (проводящая ткань) и 7–15 % — клетки паренхимы, или запасочной ткани. Горизонтальные клетки паренхимы составляют лучи, и только небольшая часть (около 0,1 %) присутствует в виде продольной или осевой паренхимы.

У волокон *поддерживающей ткани* наблюдаются относительно тонкие стенки в нормальной древесине, тогда как при ее растяжении они имеют толстый студенистый слой, прилегающий

к клетке люмена (просвета). Средняя длина волокон в зрелой древесине тополя составляет около 1,3 мм. Диаметр волокон находится в диапазоне 20–30 мкм. В ювенильной древесине длина волокон значительно короче. Она может варьироваться от 0,4 до 0,6 мм (в зависимости от сорта и расположения на стволе) в течение нескольких первых лет роста и будет постепенно увеличиваться с возрастом. Ювенильный период у тополя колеблется от 8 до 12 лет.

Проводящая ткань состоит из сосудов, элементы которых отвечают за движение сока в заболони. Элементы сосуда ядра также вносят свой вклад в поддержку дерева. Сосуды снабжены порами, которые невидимы невооруженным глазом. Диаметр сосудов, как правило, больше у черных тополей в отличие от осины, придавая древесине грубоватую текстуру. В зрелой древесине тополей клетки сосудов имеют среднюю длину около 0,6 мм. Как и в случае с волокнами, в молодой древесине элементы сосудов короче, чем в зрелой.

Запасочная ткань состоит из клеток осевой и лучевой паренхимы.

Наиболее важными для практики физическими свойствами древесины, влияющими на ее механические свойства, являются плотность, содержание влаги и стабильность размеров (формуемость).

Плотность и удельный вес — термины, часто используемые как синонимы. Различают плотность, или удельный вес, древесины в следующих состояниях: свежесрубленной, абсолютно сухой и воздушно-сухой (при 12 % влажности). Плотность древесины тополя колеблется в широком спектре в зависимости от таксономических секций и видовой, сортовой или клональной принадлежности. В целом тополя отличаются низкой плотностью древесины: 0,31–0,40 г/см³ в свежесрубленном состоянии. В воздушно-сухом состоянии она может достигать 0,50 г/см³ [4–7]. Кроме того, существует высокая вариабельность плотности внутри одного и того же ствола, которая может достигать 200 кг/м³.

Влажность древесины представлена двумя формами и в двух принципиальных локациях: 1) свободная влага в клеточных полостях и 2) связанная (адсорбированная) влага в клеточных стенках. Выделяют еще несколько показателей, из которых наиболее часто используемый — равновесное состояние влажности, которое находится в пределах 12–15 % (в случае воздушно-сухой древесины). У свежесрубленной древесины тополей влажность значительно выше и колеблется в широких пределах. Так, у осины она колеблется от 95 % (сердцевина) до 113 % (заболонь), а у настоящих тополей соответственно от 162 до 146 %.

Стабильность размеров характеризуется усушкой и набуханием, которые проявляются при изменении количества воды в клеточной стенке между точкой насыщения волокон (когда их стенки полностью насыщены водой, а в клеточных полостях отсутствует свободная вода) и абсолютно сухим состоянием древесины. Усушка выражается в процентах и может составлять для такого анизотропного материала как древесина тополей в совокупности по трем направлениям (тангентальном, радиальном и аксиальном) до 20 %.

Механические свойства, или характеристики, которые определяют поведение древесины под воздействием приложенных сил или нагрузок, подразделяются на упругие и прочностные свойства. Общие прочностные характеристики включают в себя прочность на изгиб, или модуль разрыва (МОР); силу сжатия, сдвига; прочность при ударном изгибе, прочность на растяжение, вязкость и др. Механические свойства древесины тополя являются относительно низкими по сравнению с характеристиками большинства других лиственных и хвойных пород. Однако если учитывать соотношение плотности и прочности, то рейтинг тополя значительно улучшается. Например, соотношение прочности и плотности (или конкретных сил) большинства коммерческих хвойных пород. Так, средние механические свойства зрелой древесины нескольких североамериканских тополей, по данным Департамента сельского хозяйства США (USDA, 1999), по МОР составили 58–63 МПа, а по модулю эластичности — 8,1–9,9 ГПа, в то время как у *Picea glauca* и *Pinus banksiana* — соответственно 68 МПа и 9,2–9,3 ГПа [2].

Химический состав тополей характеризуется высоким содержанием полисахаридов и низким содержанием лигнина, например, около 80 % целлюлозы и 20 % лигнина. Для осины (*Populus tremuloides*) исследователями Маллинс и Маккнайт (Mullins & McKnight, 1981 цит. по [2]) при анализе экстракта из ее древесины определен следующий химический профиль: целлюлозы 53 %, гемицеллюлозы 31 % и лигнина 16 %. Количество экстрактивных веществ составило 2,1 % (горячая вода как растворитель).

Кислотность (pH) древесины тополя, определяемая по водному экстракту, находится в диапазоне 5,8–6,4. Однако данный уровень кислотности не становится причиной любой коррозии металлов или реакции с клеями, консервантами и покрытиями в местах соприкосновения древесины с этими или другими материалами.

Происхождение рода *Populus L.*

Легенды о происхождении тополей дошли до нас со времен Древней Греции. В одной из них описывается, как это произошло [8, 9]. Верхов-

ный бог Зевс погубил сына бога солнца Гелиоса Фазтона за его легкомысленный поступок, принесший неисчислимые беды землянам. Многочисленные сестры Фазтона (гелиады) не могли смириться с его гибелью и очень скорбели о гибели брата. С плачем они протягивали к Зевсу руки, осуждая его за это убийство. Зевс не выдержал этих длительных упреков и превратил всех гелиад в пирамидальные тополя.

Научные представления о происхождении тополей отличаются от вышеописанного мифа. По некоторым предположениям тополь появился вместе с первыми покрытосеменными в меловом периоде мезозойской эры. Однако вопрос о появлении его в начале или конце этого периода является спорным. Так, в одной из сводок [10] отмечалась встречаемость представителей рода *Populus L.* в нижнем меле на границе альба и сеномана.

Ранее этой точки зрения придерживался А.Н. Криштофович (1933) [2]. Вот, что по этому вопросу он писал в более позднем, третьем, издании своей «Палеоботаники» [11, С. 286]: «Находки тополя (*Populus arctica*) в меловых отложениях Гренландии, долгое время приводившиеся в пользу древности группы сережкоцветковых, более не могут рассматриваться как таковые ввиду, во-первых, отсутствия данных о столь древнем возрасте этих отложений, чтобы они могли считаться именно слоями, содержащими первые покрытосеменные, а во-вторых, и определение *Populus* еще не может рассматриваться окончательным; не лишено возможности, что в данном случае мы имеем дело с растением...» из другого семейства. Далее он еще раз подчеркивал эту мысль следующим образом [11, С. 294]: «Считают, что род *Populus* возник на севере и мигрировал затем к югу, но определение тополя для верхов нижнего мела Гренландии не доказано, а прежнее мнение о широкой распространенности тополя в арктической третичной и верхнемеловой флоре в виде *Populus arctica* оказалось несостоятельным вследствие вероятности принадлежности этих отпечатков к роду *Trochodendroides* из сем. *Certidiphyllaceae*». Учитывая это, относить происхождение тополя к нижним ярусам мелового периода следует с некоторой долей сомнения.

С зарождением рода *Populus L.* в верхних ярусах мелового периода согласны многие исследователи, в том числе и Криштофович [11, С. 294].

Бесспорно, однако, что расцвет эволюции тополя наступил в третичном периоде кайнозойской эры. С этим согласуются данные В.Л. Комарова [12], А.Н. Криштофовича [11], Майни (J.S. Maini) [13], Сродона (A. Srodon) [10] и др. При этом авторы [13] выделяли до 50 видов тополя уже в эоцене.

Начиная с миоцена хорошо различаются 5 видовых групп тополя [12]. По исследованиям, с этого периода хорошо различали *P. balsamoides* Гоерр., по своей структуре близкий к североамериканскому тополю *P. balsamifera* L. [10]. Правда, И.А. Ильинская [14] считала, что *P. balsamoides* Гоерр. var. *balsamoides* близок к китайскому тополю *P. lasiocarpa* Oliv. Кроме того, в ее работе описаны тополь *P. primigenia* Suporta, близкий к современному алтайскому *P. laurifolia* Ldb., а также виды *P. zaddachii* Heer, *P. grandulifera* Heer., *P. latior* A. Br., приравняемые к североамериканскому тополю *P. canadensis* Desf. «Однако полной уверенности в исторической преемственности этих двух видов нет, и для выяснения этого вопроса необходимы специальные исследования...» В своей монографии И.А. Ильинская [14, С. 12] показала, что морфология листьев и пределы ее изменчивости у ископаемых и современных видов далеко не совпадают, и как пример приводит несовпадение морфологии листа ископаемых и ближайших к ним современных видов *P. balsamoides* (*P. lasiocarpa* Oliv.), *P. latior* (*P. canadensis* Michx.).

В рассматриваемых ярусах описан также *P. crenata* Ung., приравняемый к современному *P. tremula* [10].

В плиоцене, кроме перечисленных ископаемых тополей, И.А. Ильинская [14] выделяет еще *P. rhamnifolia iljinskaja* sp.n., который «от *P. balsamoides* Гоерр. отличается очень мелкими зубчиками у нормально развитых листьев, отсутствием базальных жилок, короткими вторичными жилками у основания листа и более частыми третичными жилками». Эти отпечатки очень близки к листьям дальневосточных тополей из группы *P. suaveolens* Fisch.

К сожалению, из имеющихся данных трудно однозначно установить, какие секции тополя являются наиболее древними, т. к. среди находок, датированных определенно миоценом, встречаются представители бальзамических, белых и черных тополей, хотя *P. primigenia* Suporta из секции бальзамических наблюдался уже в отложениях эоцена. В.Л. Комаров [12] отмечает, что в миоцене Европы легко различается тополь бальзамический от туранги, а в плиоцене осина от осокоря.

Учитывая вышеизложенное, вероятно можно считать, что секция бальзамических тополей обособилась несколько раньше, чем черные и белые тополя. К такому же выводу подошла и Н.В. Старова [15] при изучении морфологии представителей рода. По ее данным наиболее примитивными по строению (а значит и наиболее древними) являются тополя из секции *Tacamahaca*, затем следуют остальные виды *Europopulus*, последни-

ми названы представители секции *Leuce*. Это прослеживается при сопоставлении признаков примитивности и продвинутой, например, по морфологии листа: от простых листьев у бальзамических и черных тополей до расчлененных у белых, или по форме жилкования: перистое у бальзамических и черных и пальчатое у белых тополей [4, 16].

Выводы

Фундаментальные исследования особенностей и происхождения растительных видов имеют большое значение для познания направлений развития живой природы. В настоящей работе проведен анализ данных положений для одного из хозяйственно ценных родов, а именно *Populus* L.

Тополя являются одними из перспективных быстрорастущих пород, которые используются для преодоления дефицита древесины в разных странах. Для нашей страны выращивание тополей особенно актуально в южных лесодефицитных областях.

Ввиду этого исследования по биологическим и хозяйственным свойствам тополей и их происхождению, некоторые аспекты которых отражены в данной работе, позволят более адекватно судить об их хозяйственной ценности и условиях их наиболее рационального разведения и использования.

Список литературы

- [1] Болховских З.В., Гриф В.Г. Хромосомные числа цветковых растений. Л.: Наука, 1969. 926 с.
- [2] Balatinecz J., Mertens P., De Boever L., Yukun H., Jin J., van Acker J. Properties, Processing and Utilization // Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment / Ed. J.S. Isebrands, J Richardson. London: FAO, 2014, pp. 527–561.
- [3] Деревья и кустарники СССР. Т. II: Покрытосеменные. М.–Л.: АН СССР, 1951. 611 с.
- [4] Тахтаджян А.Л. Система и филогения цветковых растений. М.–Л.: Наука, 1966. 611 с.
- [5] Царев А.П., Погиба С.П., Лаур Н.В. Селекция лесных и декоративных растений / под ред. А.П. Царева. М.: МГУЛ, 2014. 552 с.
- [6] Царев А.П. Сортоведение тополя. Воронеж: Воронежский ГУ, 1985. 152 с.
- [7] Tsarev A.P. Growth and breeding of aspen in Russia // Silvae Genetica, 2013, v. 62, no. 4–5, pp. 153–160.
- [8] Кун Н.А. Легенды и мифы древней Греции. М.: Фирма СТД, 2005. 558 с.
- [9] Houtzagers G. Het Geslacht Populus Verband met zijn Beteekenis voor de Houtteelt (The genus *Populus* and its significance in silviculture). Wageningen: H. Veenman & Zonen, 1937, 266 p.
- [10] Srodon A. Karty z historii naszych topoli // Topole *Populus* L. Nasze drzewa les, 1973, v. 12, pp. 137–144.
- [11] Криштофович А.Н. Палеоботаника. М.–Л.: Госгеоллиздат, 1941. 496 с.
- [12] Комаров В.Л. Тополя СССР // Ботанический журнал СССР, 1934. Т. 19. № 5. С. 495–511.

- [13] Maini J.S., Cayford J.H. Silvics and ecology of populus in Canada // Growth and Utilization of Poplars in Canada / Ed. J.S. Maini, J.H. Cayford. Ottawa, Canada: Minister of Forestry and Rural Development, 1968, no. 1205, pp. 20–69.
- [14] Ильинская И.А. Неогенные флоры Закарпатской области УССР. Л.: Наука, 1968. 122 с.
- [15] Старова Н.В. Селекция ивовых. М.: Лесная промышленность, 1980. 208 с.
- [16] Dickmann D.I., Kuzovkina J. Poplars and Willows of the World, with Emphasis on Silviculturally Important Species // Poplars and Willows — Trees for Society and the Environment / Ed. J.S. Isebrands, J. Richardson. London: FAO, 2014, pp. 124–199.

Сведения об авторе

Царев Анатолий Петрович — д-р с.-х. наук, профессор; заслуженный лесовод РФ, действительный член РАЕН; заведующий отделом селекции и семеноводства и главный научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института лесной генетики, селекции и биотехнологии, antsa-55@yahoo.com; anatolytsa@gmail.com

Поступила в редакцию 30.11.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

BIOLOGY-STRUCTURAL FEATURES AND PALEOORIGIN OF THE GENUS *POPULUS* L. (REVIEW)

A.P. Tsarev

All Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, 105, Lomonosov st., Voronezh, 394087, Russia
anatolytsa@gmail.com

It is presented the systematic position of the genus *Populus* and it is shown that its species has a characteristic diploid chromosome set ($2n = 38$). But some of them have allotriploid forms, $2n = 57$ (*P. alba* L., *P. tremula* L., *P. nigra* L.), and even autotetraploid, $2n = 76$ (*P. tacamahaca* Mill.). At poplar *P. canescens* is known form with allotriploid level, $2n = 57$. DNA of poplar contains 485 ± 10 million nucleotide pairs. In the nucleus contains 45 555 genes, in the chloroplasts and mitochondrion's — 153 ones. It is noted that the family *Salicaceae* according to the structure of gynaecium and a number of other factors most closely to the orders *Tamaricales* and especially *Violales* one and could origin from the family of *Flacourtiaceae*, with which it is similar in anatomical wood structure and development of flowers morphology. By the analysis of the structure and properties of wood are given the data of different indicators. Thus, the ratio of tissue varies greatly: 50–65 % of the fiber, 28–38 % of the vessels and 7–15 % of the parenchyma cells. The density of wood is low: 0,31–0,40 g/cm³ in the green state; while in air-dry condition it can reach 0,50 g/cm³. Also it is given the parameters of humidity, dimensional stability, mechanical properties, chemical composition, acidity and other characteristics. In particular, the parameters of the break module of the wood were 58 to 63 MPa, and modulus of elasticity of 8,1 and 9,9 GPa. The wood of poplars is consist an average from 80 % of cellulose and 20 % of lignin. It is analyzed the evolution of ideas about paleoorigin of various poplar species. Study of existing material allows with high probability to assume that the section of balsam poplars became isolated some time before the black and white poplar.

Keywords: poplar, biological structure, the ratio of tissues, wood density, chemical composition, paleoorigin

Suggested citation: Tsarev A.P. *Biologo-strukturnye osobennosti i paleoproiskhozhdenie roda Populus L. (Obzor)* [Biology-structural features and paleoorigin of the genus *Populus* L. (Review)]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 121–126. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-121-126

References

- [1] Bolkhovskikh Z.V., Grif V.G. *Chromosomnye chisla tsvetkovykh rasteniy* [Chromosome numbers of flowering plants]. Leningrad: Nauka, 1969, 926 p.
- [2] Balatinecz J., Mertens P., De Boever L., Yukun H., Jin J., van Acker J. Properties, Processing and Utilization. Poplars and Willows — Trees for Society and the Environment. Ed. J.S. Isebrands, J. Richardson London: FAO, 2014, pp. 527–561.
- [3] *Derev'ya i kustarniki SSSR, t. II, Pokrytosemennye* [Trees and shrubs of USSR, v. 2, Covered-seeds]. Moscow, Leningrad: RAS USSR, 1951, 611 p.
- [4] Takhtadzhyan A.L. *Sistema i filogeniya tsvetkovykh rasteniy* [System and phylogeny of flowering plants]. Moscow, Leningrad: Nauka, 1966, 611 p.
- [5] Tsarev A.P., Pogiba S.P., Laur N.V. *Selektsiya lesnykh i dekorativnykh drevesnykh rasteniy* [Breeding of forest and ornamental wood plants]. Ed. A.P. Tsarev. Moscow: MSFU, 2014. 552 p.
- [6] Tsarev A.P. *Sortovedeniye topolya* [Cultivarology of poplar]. Voronezh: Voronezh State University, 1985, 152 p.
- [7] Tsarev A.P. Growth and breeding of aspen in Russia. *Silvae Genetica*, 2013, v. 62, no. 4–5, pp. 153–160.
- [8] Kun N.A. *Legendy i mify drevney Grecii* [Legends and myths of ancient Greek]. Moscow: CTD, 2005, 558 p.

- [9] Houtzagers G. Het Geslacht *Populus* Verband met zijn Beteekenis voor de Houtteelt (The genus *Populus* and its significance in silviculture). Wageningen: H. Veenman & Zonen, 1937, 266 p.
- [10] Srodon A. Karty z historii naszych topoli. Topole *Populus* L. Nasze drzewa les, 1973, v. 12, pp. 137–144.
- [11] Krishtofovich A.N. *Paleobotanika* [Paleobotany]. Moscow, Leningrad: Gosgeolizdat, 1941, 496 p.
- [12] Komarov V.L. *Topolya SSSR* [The poplars of USSR]. Botanicheskiy zhurnal SSSR [Botanical journal of USSR], 1934, v. 19, no. 5, pp. 495–511.
- [13] Maini J.S., Cayford J.H. Silvics and ecology of populus in Canada. Growth and Utilization of Poplars in Canada. Ed. J.S. Maini, J.H. Cayford. Ottawa, Canada: Minister of Forestry and Rural Development, 1968, no. 1205, pp. 20–69.
- [14] Il'inskaya I.A. *Neogennye flory Zakarpatskoy oblasti USSR* [Neogenic flora of Zakarpatsky region]. Leningrad: Nauka, 1968, 122 p.
- [15] Starova N.V. *Selektsiya ivovykh* [Breeding of salicaceae]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1980, 208 p.
- [16] Dickmann D.I., Kuzovkina J. Poplars and Willows of the World, with Emphasis on Silviculturally Important Species. Poplars and Willows — Trees for Society and the Environment. Ed. J.S. Isebrands, J. Richardson. London: FAO, 2014, pp. 124–199.

Author's information

Tsarev Anatoly Petrovich — Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Member of Russian Natural Sciences Academy, head of breeding and seed-growing department and head scientist All Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, antsa-55@yahoo.com; anatelytsa@gmail.com

Received 30.11.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

УДК 630.165.51

DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-127-132

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЛИСТВЕННИЦЫ ДАУРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ В ЕВРОПЕЙСКУЮ ЧАСТЬ РОССИИ

М.А. Лавренов¹, В.А. Брынцев^{1,2}

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

²Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, 127276 г. Москва, ул. Ботаническая, д. 4

maxlavrenov93@mail.ru

Статья посвящена анализу изменчивости морфологических признаков лиственницы даурской, произрастающей в условиях интродукции, на примере Нижнего Новгорода, Москвы и Подмосковья. Анализировались как количественные (длина шишки, ширина шишки, количество семенных чешуй в шишке, длина хвои, количество хвоинок в пучке), так и качественные признаки (форма шишки, форма края семенной чешуи). Проведенный анализ статистических показателей изменчивости морфологических признаков подтверждает высокую адаптивную способность лиственницы даурской в новых условиях произрастания и ее перспективность для интродукции.

Ключевые слова: интродукция, изменчивость морфологических признаков, лиственница даурская

Ссылка для цитирования: Лавренов М.А., Брынцев В.А. Изменчивость морфологических признаков лиственницы даурской в условиях интродукции в Европейскую часть России // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 127–132. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-127-132

Породный состав хвойных лесообразователей в центре Европейской части России является достаточно обедненным. Увеличение ресурсного потенциала лесов может происходить за счет интродукции. Одним из ценных интродуцентов является лиственница. Вопрос об интродукции отдельных ее видов и климатипов в последнее время широко обсуждается в научной литературе [1–4].

Обширность ареала лиственницы даурской (*Larix dahurica* Turcz.), произрастающей в самых разнообразных климатических условиях, вызывает ее значительную изменчивость по морфологическим признакам [5–9]. В природе существуют как полнодревесные особи лиственницы даурской, так и стланиковые формы, растущие среди мохово-лишайникового покрова тундры. Таким образом, необходимо дальнейшее исследование внутривидовой дифференциации лиственницы даурской, которая остается все еще малоизученной [5]. Также для проведения селекции данной породы, необходимы данные по изменчивости морфологических признаков интродуцированных культур лиственницы, которые анализировались в основном по особенностям продуктивности и роста.

Цель работы

Целью работы является исследование изменчивости лиственницы даурской, произрастающей в условиях интродукции в Европейскую часть России. Для этого проводился сравнительный анализ морфологических признаков лиственницы даурской, произрастающей в естественных условиях в Хабаровском крае, и интродуцентов в Нижнем Новгороде, Москве и Подмосковье.

Полученные материалы о внутривидовой изменчивости природных популяций и интродуцированных культур лиственницы даурской могут быть использованы при разработке селекционных мероприятий, направленных на сохранение, восстановление, рациональное использование генетических ресурсов данной породы.

Материалы и методы

Сбор материала проводился в вегетационный период в естественном ареале лиственницы даурской — на территории Кербинского лесничества в Хабаровском крае, а также в Ботаническом саду ННГУ им. Н.И. Лобачевского в Нижнем Новгороде, в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН в Москве и в Ивантеевском дендрологическом саду в Подмосковье.

Кербинский лесхоз Управления лесами Хабаровского края расположен в центральной части Хабаровского края на территории административного района имени Полины Осипенко. В северной части лесхоза встречается многолетняя мерзлота. Глубина промерзания почв составляет 2 м. Преобладают горные буро-таежные сезонно-мерзлотные почвы. Особенностью рассматриваемого района является преобладание лиственничных лесов. Кербинский лесхоз приравнен к районам Крайнего Севера. Пробная площадь заложена в квартале 442. Средний возраст исследованных деревьев 60–70 лет. Особенностью геологического строения участка является преобладание галечно-гравийных грунтов, перекрытых глинами мощностью до 4–5,5 м.

Главный ботанический сад РАН находится на севере Москвы. Дендрологическая коллекция

Т а б л и ц а 1

**Изменчивость длины шишек, числа чешуй в шишке,
ширины шишек лиственницы даурской**
**Variability of length of cones, variation in the amount of scales in the cone
and variability of the width of Dahurian larch cones**

Район исследования	Длина шишек			Число чешуй в шишке			Ширина шишек		
	Средняя длина, мм	Коэффициент вариации, %	Коэффициент наследования	Среднее число чешуй, шт.	Коэффициент вариации, %	Коэффициент наследования	Средняя ширина шишек, мм	Коэффициент вариации, %	Коэффициент наследования
Хабаровский край (Кербинское лесничество)	16,7	16,2	0,52	24,2	11,8	0,52	11,6	14,7	0,57
г. Нижний Новгород (ГБС ННГУ им. Н.И. Лобачевского)	19,8	16,6	0,58	27,7	15,7	0,58	13,4	13,9	0,53
г. Москва (ГБС им. Н.В. Цицина РАН)	18,4	15,8	0,47	26,7	14,2	0,55	13,2	14,4	0,43
г. Ивантеевка (Ивантеевский дендрологический сад)	20,1	15,4	0,53	27,9	14,6	0,57	14,9	13,7	0,48

занимает 75 га центральной части сада, представляющей собой восточный склон моренного плато, сложенного красно-бурными валунными суглинками. Почвы дерново-среднеподзолистые, суглинистые [10]. Средний возраст лиственницы даурской составляет 82 года. Выращена из 3-летних саженцев, полученных из Ивантеевского питомника (сеянцы выращены из семян хабаровского климатипа).

Ивантеевский дендрологический сад расположен в 35 км к северо-востоку от г. Москвы, вблизи г. Ивантеевки. Почвенный покров представлен дерново-среднеподзолистыми пылевато-суглинистыми почвами. Первая партия растений лиственницы даурской была высажена осенью 1937 г. 2-летними сеянцами, выращенными из семян, полученных из Хабаровска. Весной 1941 г. группа дополнена 4-летними саженцами, выращенными из семян, полученных отсюда же [11]. Средний возраст лиственницы даурской на момент обследования 82 года.

Ботанический сад Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского расположен на юго-восточной границе города (Приокский район), в зоне хвойно-широколиственных лесов, рядом с дубравой, которая сохранилась в саду в виде небольших фрагментов и окружает сад с юга и востока. Почвы светло-серые лесные, по механическому составу средние суглинки [12]. Возраст исследуемой лиственницы даурской составляет 62 года. Семена получены из Хабаровска [13].

Методика исследований

Для выявления степени генетической детерминации исследованных количественных признаков проводился расчет коэффициентов наследования H^2

данных видов в широком смысле, который выражается в долях единицы. Чем больше величина H^2 , тем больше изменчивость признака обусловлена генетическими факторами и меньше факторами среды. Чем выше коэффициент наследуемости признака H^2 , тем эффективнее массовая селекция по нему [14].

Оценка коэффициента вариации проводилась по шкале изменчивости признаков С.А. Мамаева [14, 15]. Оценка наследования количественных признаков рассчитана по методу В.М. Роне [15, 16].

Результаты и обсуждение

Согласно Н.В. Дылису, в систематике лиственниц важнейшую роль играют строение зрелых шишек и морфологические особенности хвои [8, 17, 18]. В.Н. Сукачев одним из важнейших показателей при изучении систематики лиственницы считал длину зрелых женских шишек [8, 18, 19].

Величина шишек связана с количеством чешуй. Однако эта зависимость выражена не полно, она также определяется и другими факторами, например, размером чешуй. Числу семенных чешуй придается большое диагностическое и филогенетическое значение в систематике лиственниц [20].

Были исследованы количественные признаки (изменчивость длины шишек, ширины шишек, числа семенных чешуй в шишке и изменчивость длины хвои) и качественные признаки (форма шишек и форма края семенной чешуи).

В табл. 1 отображены результаты исследования количественных признаков шишек. Из табл. 1 видно, что длина шишек лиственницы даурской в интродукционных культурах выше, чем в естественном ареале, на 10,2–20,4 %.

Из этого следует, что на популяционную изменчивость длины шишки существенное влияние оказывает не только генетическая обусловленность, но и природные условия обитания. Коэффициенты наследуемости дают основания говорить, что длина шишек на 47–58 % обусловлена генетически. Данный признак варьируется на среднем уровне у всех объектов исследования.

Согласно Н.В. Дылису, в пессимальных условиях произрастания происходит уменьшение числа чешуй в шишках, однако эта зависимость проявляется не всегда [17].

Исследования показали, что среднее число чешуй в шишке лиственницы даурской, интродуцируемой в Европейскую часть России, выше по сравнению с данным признаком в ее естественном ареале. Также в пессимальных условиях Кербинского лесничества (которые классифицируются как условия вечной мерзлоты) проявляется большая стабильность признаков по сравнению с ними в рассматриваемых зонах интродукции. У всех рассматриваемых объектов число семенных чешуй закреплено генетически с вероятностью более 50 %.

Следующий изученный морфологический признак — ширина шишек, как отмечали М.В. Круклис и Л.И. Милютин, является крайне неустойчивым, поскольку на него влияют не только наследственные и климатические факторы формирования шишки, но и степень раскрытия ее чешуй [21].

В результате исследования выявлено, что в Европейской части России ширина шишек у особей лиственницы даурской выше, чем в дальневосточной популяции. Признак варьируется на среднем уровне.

Помимо количественных параметров шишек были изучены качественные признаки — форма шишек и форма края семенной чешуи.

У исследуемых деревьев лиственницы даурской выявлена овальная и яйцевидная формы шишек. В первом случае самая широкая часть шишек расположена посередине, а во втором — самая широкая часть шишек расположена ближе к основанию. Результаты исследования отображены в табл. 2.

Из табл. 2 видно значительное преобладание овальной формы шишек лиственницы даурской над яйцевидной.

По форме края семенной чешуи были выделены особи лиственницы даурской с прямой и выемчатой формой (см. табл. 2). Деревья с выемчатой формой края семенной чешуи преобладают как в естественных условиях произрастания, так и в условиях интродукции.

Полученные группы частот с помощью критерия χ^2 оценивались на однородность выборок из исследуемых районов и достоверность различий

Т а б л и ц а 2

Формовое разнообразие лиственницы даурской по форме шишек и по форме края семенной чешуи
Formed diversity of Dahurian larch in cones shape and in the cone scale edge form

Район исследования	Форма шишек, %		Форма края семенной чешуи, %	
	овальная	яйцевидная	прямая	выемчатая
Хабаровский край (Кербинское лесничество)	92	8	18	82
г. Нижний Новгород (ГБС ННГУ им. Н.И. Лобачевского)	98	2	20	80
г. Москва (ГБС им. Н.В. Цицина РАН)	89	11	14	86
г. Ивантеевка (Ивантеевский дендрологический сад)	96	4	18	82

Т а б л и ц а 3

Результаты сравнения достоверности различий выборок по фенам формы шишек и по фенам формы края семенной чешуи
The reliability comparison results of the differences in the samples on the shape of the cone and shape of the edge of the cone scales

Номера сравниваемых районов исследования	Критерий χ^2	
	по форме шишек	по форме края семенной чешуи
1–2	2,63	0,03
1–3	0,29	0,33
1–4	0,80	0,89
2–3	5,27	0,33
2–4	0,17	0,03
3–4	2,59	0,03

между собой по форме шишек и форме семенных чешуй (табл. 3). Полученные расчетные критерии сравнивались с табличным $\chi^2_{0,5}$, равным 3,84 [22].

По форме края семенных чешуй популяции крайне однородны, что подтверждает их общее происхождение.

По форме шишек автохтонная популяция отличается от интродуцированных незначимо. В целом отличия по форме шишек больше, чем по краю семенных чешуй. Значимы отличия у популяций из ГБС ННГУ им. Н.И. Лобачевского

Т а б л и ц а 4

Изменчивость длины хвои и числа хвоинок в пучке лиственницы даурской
The variability of the needles length and variability of the number of needles in a strand of Dahurian larch

Район исследования	Длина хвои			Число хвоинок в пучке		
	Средняя длина хвои, мм	Коэффициент вариации, %	Коэффициент наследования	Среднее число хвоинок в пучке, шт.	Коэффициент вариации, %	Коэффициент наследования
Хабаровский край (Кербинское лесничество)	15,0	27,4	0,43	19,6	14,9	0,45
г. Нижний Новгород (ГБС ННГУ им. Н.И. Лобачевского)	23,4	18,5	0,42	24,3	15,7	0,31
г. Москва (ГБС им. Н.В. Цицина РАН)	20,3	21,3	0,38	23,1	18,4	0,34
г. Ивanteeвка (Ивanteeвский дендрологический сад)	21,1	17,5	0,39	24,9	16,1	0,32

(г. Нижний Новгород) и ГБС им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва). Причинами могут быть как наличие отбора по данному признаку (возможно коррелирующему с адаптивными признаками), так и эффект «основателя», связанного со случайным выбором небольшого количества семян при создании интродуцированных популяций.

В целом анализ качественных признаков шишек показал, что при интродукции лиственницы даурской с Дальнего Востока в Европейскую часть России данные признаки не меняются.

При изучении морфологических показателей хвои определили длину хвои и количество хвоинок в пучке (табл. 4).

Из табл. 4 видно, что по длине хвои интродуцированные популяции лиственницы даурской значительно превосходят популяцию Хабаровского края. Средняя длина хвои лиственницы даурской в интродукционных популяциях была выше на 35,6–6,1 %, чем в Кербинском лесничестве Хабаровского края.

Высокая зависимость длины хвои от условий произрастания затрудняет использование ее в диагностических целях. Коэффициенты наследования также указывают на высокую зависимость данного признака от экологических факторов — доля наследуемости признака варьируется от 38 до 43 %. При этом варьирование данного признака происходит на среднем и высоком уровне.

По наблюдениям среднее число хвоинок в пучке у лиственницы даурской, произрастающей в Европейской части России, больше, чем в условиях Кербинского лесничества Хабаровского края. Таким образом, данный признак, как и длина хвои, обусловлен экологическими условиями произрастания. Коэффициенты наследования указывают, что степень генетической детерми-

нации данного признака составляет 31–45 %. При этом коэффициент вариации числа хвоинок в пучке находится на среднем уровне у всех исследуемых объектов.

Выводы

Количественные признаки вегетативных и генеративных органов лиственницы даурской имели значительные различия между интродукционными популяциями Европейской части России и контрольной популяцией в естественных условиях произрастания.

При исследовании изменчивости количества семенных чешуй в шишках лиственницы даурской установлено повышение варьирования данного признака в зонах интродукции Европейской части России. Это можно объяснить узкой приспособленностью лиственницы даурской к суровым условиям Кербинского лесничества.

При анализе качественных признаков шишек установлено преобладание овальной формы шишек и шишек с выемчатой формой края семенной чешуи, популяции незначимо различаются по данным признакам (согласно критерию χ^2).

При интродукции в Европейскую часть России средняя длина, ширина и количество семенных чешуй в шишке повышаются в сравнении с объектами из районов естественного произрастания. Тот же вывод применим и к показателям параметров хвои — к средней длине хвои и количеству хвоинок в пучке.

Таким образом, проведенный анализ статистических показателей изменчивости морфологических признаков подтверждает высокую адаптивную способность лиственницы даурской в новых условиях произрастания и, следовательно, ее перспективность для интродукции.

Список литературы

- [1] Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Коженкова А.А. Результаты выращивания климатипов лиственницы в географических культурах западного Подмосковья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018. № 1 (159). С. 72–77.
- [2] Коженкова А.А., Мерзленко М.Д. Дальневосточные лиственницы как ценный генофонд для интродукции в центр Русской равнины // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2017. № 49. С. 99–101.
- [3] Глазунов Ю.Б., Мерзленко М.Д., Лобова С.Л. Результат 60-летнего опыта уникальных географических посадок лиственницы // Ученые записки Петрозаводского государственного университета, 2017. № 8 (169). С. 44–48.
- [4] Мерзленко М.Д., Коженкова А.А., Брынцев В.А. Лесокультурно-лесоводственные особенности уникального типа лесных культур лиственницы европейской // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2016. № 12 (146). С. 50–54.
- [5] Барченков А.П. Изменчивость видов рода *Larix* Mill. в Средней Сибири: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.05. Красноярск, 2007. 139 с.
- [6] Тимофеев В.П. Лиственница в культуре. М.-Л.: Гослестехиздат, 1947. 296 с.
- [7] Яблоков А.С. Культуры лиственницы и уход за насаждениями. М.: Гослесбумиздат, 1934. 128 с.
- [8] Дылис Н.В. Лиственница. М.: Лесная промышленность, 1981. 96 с.
- [9] Барченков А.П., Милютин Л.И. Морфологическая изменчивость лиственницы в Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны, 2007. Т. 24. № 4–5. С. 367–372.
- [10] Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН: 60 лет интродукции / отв. ред. А.С. Демидов. М.: Наука, 2005. 586 с.
- [11] Ивантеевский дендрологический сад ВНИИЛМ (каталог) / составители: А.С. Яблоков, М.И. Докучаева; науч. ред. Н.В. Котелова. М.: [б.и.], 1976. 88 с.
- [12] Баikka С.В., Киселева Н.Ю. Особо охраняемые природные территории Нижегородской области. Аннотированный перечень. Н. Новгород: Минприроды Нижегородской обл., 2008. 560 с.
- [13] Логунов Д.В. Экологические особенности роста и развития представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях антропогенных ландшафтов Нижегородской области: дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Нижний Новгород, 2002. 287 с.
- [14] Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М.: Наука, 1973. 284 с.
- [15] Погиба С.П., Курносоев Г.А., Казанцева Е.В. Методы количественной генетики в лесной селекции. М.: МГУЛ, 1999. 31 с.
- [16] Роне В.М. Генетический анализ лесных популяций. М.: Наука, 1980. 158 с.
- [17] Дылис Н.В. Лиственница Восточной Сибири и Дальнего Востока // Изменчивость и природное разнообразие / Акад. наук СССР. Лаборатория лесоведения. М.: АН СССР, 1961. 210 с.
- [18] Барченков А.П. Изменчивость морфологических признаков генеративных органов лиственницы сибирской в бассейне реки Енисей // Хвойные бореальной зоны, 2010. Т. 27. № 1–2. С. 36–41.
- [19] Сукачев В.Н. К истории развития лиственницы // Лесное дело. М.-Л., 1924. С. 12–44.
- [20] Дылис Н.В. Сибирская лиственница. М.: МОИП, 1947. 137 с.
- [21] Круклис М.В., Милютин Л.И. Лиственница Чекановского. М.: Наука, 1977. 210 с.
- [22] Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1975. 297 с.

Сведения об авторах

Лавренов Максим Александрович — старший преподаватель МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), maxlavrenov93@mail.ru

Брынцев Владимир Альбертович — д-р с.-х. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), главный научный сотрудник ГБС РАН, bryntsev@mail.ru

Поступила в редакцию 25.11.2018.

Принята к публикации 25.01.2019.

VARIABILITY OF DAHURIAN LARCH MORPHOLOGICAL FEATURES IN CONDITIONS OF INTRODUCTION TO THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

M.A. Lavrenov¹, V.A. Bryntsev^{1, 2}

¹BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institut'skaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

²Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin Russian Academy of Sciences, 4, Botanicheskaya st., 127276, Moscow, Russia

maxlavrenov93@mail.ru

The article is devoted to the analysis of the morphological features variability of the Dahurian larch growing under the conditions of introduction by using the example of Nizhny Novgorod, Moscow and Moscow region. We analyzed quantitative (length of cone, width of cone, number of seed scales in cones, length of needles, number of needles in bundle) and qualitative features (cone shape, shape of margin of cone scales). The analysis of the statistical indices of variability of morphological features confirms the high adaptive ability of Dahur larch in the new growth conditions and, consequently, its prospects for introduction.

Keywords: introduction, variability of morphological features, Dahurian larch

Suggested citation: Lavrenov M.A., Bryntsev V.A. *Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov listvennitsy daurskoy v usloviyakh introduksii v Evropeyskuyu chast' Rossii* [Variability of Dahurian larch morphological features in conditions of introduction to the European part of Russia]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 127–132. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-127-132

References

- [1] Merzlenko M.D., Mel'nik P.G., Kozhenkova A.A. *Rezul'taty vyrashchivaniya klimatipov listvennitsy v geograficheskikh kul'turakh zapadnogo Podmoskov'ya* [Results of cultivation of larch climatypes in geographical cultures of the western Moscow region]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2018, no. 1 (159), pp. 72–77.
- [2] Kozhenkova A.A., Merzlenko M.D. *Dal'nevostochnye listvennitsy kak tsennyi genofond dlya introduktsii v tsentr Russkoy ravniny* [Far Eastern larch as a valuable gene pool for introduction into the center of the Russian plain]. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa*, 2017, no. 49, pp. 99–101.
- [3] Glazunov Yu.B., Merzlenko M.D., Lobova S.L. *Rezul'tat 60-letnego opyta unikal'nykh geograficheskikh posadok listvennitsy* [The result of 60 years of experience in unique geographical planting of larch]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific J. Proceedings of Petrozavodsk State University], 2017, no. 8 (169), pp. 44–48.
- [4] Merzlenko M.D., Kozhenkova A.A., Bryntsev V.A. *Lesokul'turno-lesovodstvennyye osobennosti unikal'nogo tipa lesnykh kul'tur listvennitsy evropeyskoy* [Cultural and forestry features of a unique type of European larch forest crops]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University]. 2016, no. 12 (146), pp. 50–54.
- [5] Barchenkov A.P. *Izmenchivost' vidov roda Larix Mill. v Sredney Sibiri* [Variability of species of the genus *Larix* Mill. in Central Siberia]. Diss. ... Cand. Sci. (Biological) 03.00.05. Krasnoyarsk, 2007, 139 p.
- [6] Timofeev V.P. *Listvennitsa v kul'ture* [Larch in culture]. Moscow-Leningrad: Goslestechnizdat, 1947, 296 p.
- [7] Yablokov A.S. *Kul'tury listvennitsy i ukhod za nasazhdeniyami* [Larch cultures and planting care]. Moscow: Goslesbumizdat, 1934, 128 p.
- [8] Dylis N.V. *Listvennitsa* [Larch]. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1981, 96 p.
- [9] Barchenkov A.P., Milyutin L.I. *Morfologicheskaya izmenchivost' listvennitsy v Sredney Sibiri* [Morphological variability of larch in Middle Siberia]. *Hvoynye boreal'noy zony*, 2007, v. 24, no. 4–5, pp. 367–372.
- [10] *Drevesnye rasteniya Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Tsitsina RAN: 60 let introduktsii* [Woody plants of the Main Botanical Garden named N.V. Tsitsin RAN: 60 years of introduction]. Ed. A.S. Demidov. Moscow: Nauka, 2005, 586 p.
- [11] *Ivanteevskiy dendrologicheskii sad VNIILM (katalog)* [Ivanteevsky dendrological garden ARRISMF (catalog)]. Compilers: A.S. Yablokov, M.I. Dokuchaeva; Sc. ed. N.V. Kotelova. Moscow, 1976, 88 p.
- [12] Bakka S.V., Kiseleva N.Yu. *Osobo okhranyaemye prirodnye territorii Nizhegorodskoy oblasti. Annotirovannyi perechen'* [Specially protected natural areas of the Nizhny Novgorod region. Annotated list]. Nizhny Novgorod: Ministry of Environment of Nizhny Novgorod region, 2008, 560 p.
- [13] Logunov D.V. *Ekologicheskie osobennosti rosta i razvitiya predstaviteley roda listvennitsa (Larix Mill.) v usloviyakh antropogennykh landshaftov Nizhegorodskoy oblasti* [Ecological features of growth and development of representatives of the genus larch (*Larix* Mill.) in the anthropogenic landscapes of the Nizhny Novgorod region]. Diss. ... Cand. Sci. (Biological) 03.00.16. Nizhny Novgorod, 2002, 287 p.
- [14] Mamaev S.A. *Formy vnutrividovoy izmenchivosti drevesnykh rasteniy* [Forms of intraspecific variability of woody plants]. Moscow: Nauka, 1973, 284 p.
- [15] Pogiba S.P., Kurnosov G.A., Kazantseva E.V. *Metody kolichestvennoy genetiki v lesnoy selektsii* [Methods of quantitative genetics in forest breeding]. Moscow: MSFU, 1999, 31 p.
- [16] Rone V.M. *Geneticheskii analiz lesnykh populyatsiy* [Genetic analysis of forest populations]. Moscow: Nauka, 1980, 158 p.
- [17] Dylis N.V. *Listvennitsa Vostochnoy Sibiri i Dal'nego Vostoka. Izmenchivost' i prirodnoe raznoobrazie* [Larch of Eastern Siberia and the Far East. Variability and natural diversity]. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1961, 210 p.
- [18] Barchenkov A.P. *Izmenchivost' morfologicheskikh priznakov generativnykh organov listvennitsy sibirskoy v bassejne reki Enisey* [Variability of morphological features of generative organs of siberian larch in the Yenisei river basin]. *Hvoynye boreal'noy zony*, 2010, v. 27, no. 1–2, pp. 36–41.
- [19] Sukachev V.N. *K istorii razvitiya listvennitsy* [On the history of larch development]. *Lesnoe delo*. Moscow-Leningrad, 1924, pp. 12–44.
- [20] Dylis N.V. *Sibirskaya listvennitsa* [Siberian larch]. Moscow: Moscow society of naturalists, 1947, 137 p.
- [21] Krukliis M.V., Milyutin L.I. *Listvennitsa Chekanovskogo* [Larch of Chekanovsky]. Moscow: Nauka, 1977, 210 p.
- [22] Urbakh V.Yu. *Statisticheskii analiz v biologicheskikh i meditsinskikh issledovaniyakh* [Statistical analysis in biological and medical research]. Moscow: Meditsina, 1975, 297 p.

Authors' information

Lavrenov Maksim Aleksandrovich — Senior Lecture, BMSTU (Mytishchi branch), maxlavrenov93@mail.ru

Bryntsev Vladimir Al'bertovich — Dr. Sci. (Agric.), Prof. BMSTU (Mytishchi branch), Chief Research Worker Main Botanical Garden Russian Academy of Sciences, bryntsev@mail.ru

Received 25.11.2018.

Accepted for publication 25.01.2019.

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПАРКА-УСАДЬБЫ ВОЛКОНСКИХ — УНИКАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО И КУЛЬТУРНОГО ОБЪЕКТА И ПЕРСПЕКТИВНОЙ ООПТ

Т.С. Завидовская

Борисоглебский филиал ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», 397160, Воронежская обл., г. Борисоглебск, ул. Народная, д. 43

zts.ok@mail.ru

Приводится характеристика парка-усадьбы Волконских — рукотворного ландшафта, участка леса посреди степи. В начале XX в. парк представлял собой уникальный дендрарий. Его общая площадь составляла 250 десятин. В ходе исследований в 2017 г. среди насаждений было изучено несколько экотопов, выделенных в соответствии с оригинальной классификацией, составлена схема парка-усадьбы. Для каждого экотопа осуществлялась оценка состояния деревьев по комплексу основных биоморфологических признаков, на основании которых растения относились к одной из 6 категорий. Дана сравнительная характеристика парка-усадьбы Волконских и парка-усадьбы Раевских. Предварительное обследование насаждений парка-усадьбы Волконских показало в целом их удовлетворительное состояние и высокое биологическое разнообразие. В настоящее время парк-усадьба Волконских остро нуждается в охране и восстановлении, присвоении ему статуса ООПТ.

Ключевые слова: парк-усадьба, экотоп, искусственные насаждения, ООПТ

Ссылка для цитирования: Завидовская Т.С. К характеристике парка-усадьбы Волконских — уникального природного и культурного объекта и перспективной ООПТ // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 133–140. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-133-140

Год экологии в России, проходивший в 2017 г., не только стимулировал решение ряда проблем, но и вскрыл вопросы, которые требуют незамедлительного рассмотрения. В 2017 г. активизировалась деятельность по изучению уже имеющихся и созданию новых ООПТ [1–3]. Например, только на территории г. Воронежа 14 парков и скверов стали ООПТ [4].

Однако ряд территорий остается за пределами интересов большинства исследователей. В связи с этим выявление потенциальных ООПТ остается **актуальной** задачей.

Одними из ключевых ООПТ на локальном уровне являются памятники природы. Они представляют собой уникальный природный комплекс, имеющий экологическую, научную, культурную, эстетическую ценность, утрата которого невосполнима.

На территории Воронежской области существует более 200 памятников природы. В ряде случаев придание территории статуса ООПТ является единственным способом сохранения уникального природного и культурного наследия. Безусловно, присвоение данного статуса не решает всех проблем объекта, однако оно привлекает внимание государственных структур и общественности, что переводит ситуацию на принципиально иной уровень.

Вышесказанное полностью относится к парку-усадьбе на территории поселка совхоза «Павловка» (село Посевкино, Грибановский район, Воронежская область).

Цель работы

Поставлена задача дать характеристику парку-усадьбе Волконских в Павловке, провести предварительное обследование насаждений, дать оценку состояния деревьев по комплексу основных биоморфологических признаков.

Объект исследования

Существование и процветание Павловки в течение второй половины XIX в. и первых десятилетий XX века тесно связано с деятельностью князей Волконских. По их инициативе небольшой усадебный парк, заложенный в начале XIX в. прежними владельцами, превратился в остров леса с многочисленными экзотами посреди степи.

Рукотворный ландшафт, создававшийся на протяжении столетий, в XX в. оказался предоставленным самому себе и в течение следующего столетия развивался на основе тех природных закономерностей, которые сложились в нем под влиянием совокупного действия биогеоэкологических факторов. Все это делает парк-усадьбу в Павловке уникальным по своим особенностям и значимым с точки зрения выявления ландшафтно-экологических закономерностей.

Новизна работы заключается в почти полном отсутствии каких-либо серьезных исследований данного объекта. Основную информацию о нем можно почерпнуть из воспоминаний князя С.М. Волконского [5].

В 2010 г. в Павловке побывала Л.В. Кригер, в монографии которой содержатся некоторые данные о современном состоянии парка и усадьбы [6]. Однако автор главным образом ссылается на воспоминания С.М. Волконского [5]. К тому же монография не может служить надежным источником информации, поскольку в ней, к сожалению, допущены ошибки. Одна из них касается такого принципиального вопроса, как расположение Графской аллеи. Л.В. Кригер приводит схему парка-усадьбы [6, с. 112]. На ней аллея проходит через плотину и идет с юга на север. С.М. Волконский подробно описывает дорогу, по которой владельцы приезжали в свое имение. Графской аллея названа в честь первого владельца Павловки графа Кушелева-Безбородко. С.М. Волконский пишет, что аллея смотрит туда, где «солнце садится» [5, с. 26], и открывается в степь, где стоят два столба. Согласно схеме Л.В. Кригер, аллея ведет не в степь, а к хозяйственной части усадьбы. Еще одно указание на истинное местоположение Графской аллеи дает М.С. Волконский, отмечая, что флюгер на белом флигеле, расположенном напротив дома, «смотрит на запад, через аллею» [5, с. 27]. На указанной выше схеме такое невозможно. Наконец, князь, в деталях описывающий приезд и изображающий с особой тщательностью все детали, которые касаются его любимого детища — парка, ни разу не упоминает о том, что, проезжая по Графской аллее, он пересекает плотину. Таким образом, Графская аллея вела с запада на восток.

Некоторые данные о насаждениях парка приводит Н.Г. Жиренко [7]. Однако трактовка ряда фактов, предположительно, спорна. Н.Г. Жиренко полагает, основываясь на морфологических особенностях, что возраст дубов составляет около 200 лет [7]. Вероятно, он имеет в виду только часть насаждений. В парке широко представлены и более молодые экземпляры. К тому же М.С. Волконский отмечает, что в 1863 г. парк состоял из старых мощных деревьев, посаженных его предшественником. Затем в течение 50 лет уже усилиями князей Волконских прежний запущенный парк превратился по своей сути в лесные насаждения, намного большие по площади. Именно ко второй волне лесоразведения относится значительная часть насаждений дуба.

В статье Н.Г. Жиренко [7] отмечается присутствие двух форм дуба: ранней и поздней. Данный факт ставит ряд вопросов о происхождении посадочного материала. Вероятным источником мог служить расположенный в непосредственной близости от имения Теллермановский лесной массив, на территории которого встречаются в соответствующих местообитаниях обе формы дуба. Наличие двух форм наиболее вероятно объ-

ясняется одновременными посадками дуба и заимствованием посадочного материала из разных местообитаний.

Следующее утверждение автора о том, что «мы имеем дело со своего рода «искусственной» вторичной сукцессией» [7, с. 84], возможно, ошибочно. Во-первых, сам Н.Г. Жиренко отмечает мощный слой чернозема, связывая его происхождение с наличием в течение длительного времени мощной растительности древних лесов с господством дуба [7]. Еще основоположник генетического почвоведения В.В. Докучаев показал связь между типом растительности и типом почв. Черноземы образуются под многолетней травянистой растительностью, преимущественно степной; дубравы никак не могут их породить. Во-вторых, лесостепь даже в доаграрный период не была местом сплошного либо более или менее широкого распространения лесов. Вспомним заметку И.А. Гильденштедта об этом регионе как о степи, кишасей сусликами и хомяками [8]. К тому же место расположения усадьбы тем более не подходит для их естественного произрастания. Нет оснований считать ошибочным утверждение С.М. Волконского: «Прежде здесь была пустыня...», а теперь «...другая страна. Это ли тамбовская степь? Волнистая местность, дубняк, березняк, ельник» [7, с. 33].



Рис. 1. Парк на карте 1862 г. [9]

Fig. 1. The estate park on the map of 1862 [9]

Согласно карте Тамбовской губернии 1862 г. (рис. 1) (составленной незадолго до покупки Павловки Волконскими), на которой изображен парк, разбитый по инициативе графа Кушелева-Безбородко, насаждения располагались к югу от оврага и соответствуют центру юго-восточной части современных насаждений. На основе анализа этого же картографического источника можно предположить, что размер «старого» парка составлял чуть больше 1,2 км², что в 4 раза меньше его современной площади.

- древесные насаждения парка
- поляны
- территория усадьбы
- дорога
- поселок совхоза «Павловка»
- пруд

Рис. 2. Схема парка
Fig. 2. Layout of the estate park



Парк был уникальным дендрарием, о чем можно судить из воспоминаний князя Волконского [7]. Его общая площадь составляла 250 десятин [7]. На территории парка произрастало более 20 видов хвойных растений (среди них ель бальзамическая, кедр сибирский), несколько дубовых, кленовых аллей, березовая аллея. Встречались тополь, ветла, вяз, каштан. Из кустарников известно о бересклете, бобовнике, шиповнике, акации белой, вишне. Хороший знаток флоры, С.М. Волконский отмечает и ряд видов травянистых растений. Среди них особо следует отметить виды, которые в настоящее время являются редкими: рябчик, ковыли, ломонос цельнолистный.

Таковы данные о парке-усадьбе Волконских в настоящее время. Качественная изученность [10] объекта составляет 1 балл.

Материалы и методы

Материалами для написания данной статьи послужили полевые исследования, которые проводились в 2017 г. в течение вегетационного периода. В ходе работы использовались общепринятые методы геоботанических исследований [11], картографический и аналитические методы. Выбор маршрутов осуществлялся с учетом наиболее полного охвата элементов рельефа и разнообразия типов растительности. Проводилась оценка состояния деревьев по комплексу основных биоморфологических признаков, на основании которых растения относились к одной из категорий: 0 — без признаков ослабления, 1 — мало ослабленные, 2 — умеренно ослабленные, 3 — сильно ослабленные, 4 — усыхающие, 5 — сухостой, 6 — сухостой прошлых лет [12].

Территория парка-усадьбы относится к южной лесостепи Среднерусской равнины. Расположение Павловки на Окско-Донской равнине определяет такие основные черты рельефа, как волнистость и расчлененность оврагами.

Климат района умеренно-континентальный. Характерно жаркое лето, преобладают ветра западного и юго-западного румбов. Годовое количество осадков колеблется от 340 до 770 мм, в среднем оно составляет 474–488 мм. Максимум осадков выпадает летом в виде ливней. К неблагоприятным факторам развития древесной растительности относятся в регионе весенние заморозки, суховеи и засухи.

Район исследований расположен на северо-востоке Воронежской области. Территория усадьбы приурочена к восточному склону поймы реки Большой Алабушки. Максимальные высоты водораздела Большой и Малой Алабушки составляют 160 м и расположены за пределами парка к западу от него. Минимальные отметки 110 м приурочены к пойме и дну оврага. Овраг пересекает территорию парка-усадьбы с запада на восток, открываясь в пойму Большой Алабушки. В центральной части парка овраг разделяется на два отвершка, направленных на запад и северо-запад. Склоны оврага крутые, дно узкое, местами искусственно расширенное и выравненное. По дну оврага протекает ручей. В центральной части устроены пруды. В настоящее время характерным элементом парка является несколько различных по площади полян. К югу и западу парк непосредственно граничит с поселком совхоза «Павловка». Со всех сторон парк-усадьбу окружают поля.

Протяженность парка-усадьбы с севера на юг в наиболее широкой части составляет около 2 км, с запада на восток около 3 км. Парк образует длинный выступ на северо-западе в соответствии с простираем одним из отвершков оврага, вклиниваясь в поля.

Насаждения парка имеют четкие границы на севере, востоке и частично на юге (рис. 2). Северная граница в основном повторяет очертания оврага и его отвершков. Восточная и южная границы искусственные. Западная граница в настоящее время определяется постройками, огородами и другими объектами поселка. Поляны на территории парка имеют, вероятно, двойное происхождение. Одни из них возникли на месте погибших насаждений экзотов, другие являются следствием хозяйственной деятельности в советский период.

Основным видом антропогенного воздействия на парк в настоящее время является рекреация. На южном берегу пруда ниже плотины устроен пляж. В западной части парка, на территории бывшей жилой зоны усадьбы, располагается школа.

В ходе исследований в 2017 г. было изучено несколько экотопов, выделенных в соответствии с разработанной классификацией [13].

Экотопы, приуроченные к плато и верхней части пологих склонов, занимают насаждения дуба с ясенем и снытью. Старовозрастные участки имеют среднюю высоту дубов 28 м, средний диаметр 100 см. Сомкнутость древостоя 0,6. Состояние дуба оценено в 3 балла у 70 % деревьев, 2 балла у 20 %, 4 балла у 10 %. Наряду с дубом в сложении древостоя принимает участие клен остролистный — типичный вид старовозрастных дубрав региона [13]. Встречаются ясень высокий, липа, яблоня, груша. В составе подлеска клен татарский, клен полевой, шиповник. В подросте клен остролистный. Травяной покров образует сныть.

В нижней части пологого склона, в непосредственной близости от пруда, описан экотоп, в первом ярусе которого доминирует дуб. Возраст дуба не превышает 100–120 лет, средняя высота 25 м, средний диаметр 40 см. К дубу примешивается липа как показатель значительного увлажнения, встречаются ясень, ильм, жостер, груша. В травяном покрове доминирует ландыш. Изредка встречается кирказон. Состояние дуба оценено в 2 балла (60 % деревьев) и 3 балла (40 %).

Заболоченные участки дна оврага заняты осинниками. По периферии растут дуб, ива, ильм. В травяном покрове доминирует сныть, проективное покрытие которой достигает 100 %. Отдельными пятнами растут крапива, дудник.

Произрастание ольхи по дну оврага зафиксировано у родника. Помимо ольхи характерны



Рис. 3. Папоротник *Matteuccia struthiopteris* (фото автора)
Fig. 3. Fern *Matteuccia struthiopteris* (author's photo)

ивы, которые увиты виноградом. Травяной покров мощный, образован крапивой и таволгой вязолистной. Здесь же встречается папоротник — страусник обыкновенный (рис. 3). Вероятно, именно о нем писал М.С. Волконский: «В овраге, возле ручья, я посадил папоротника, такого, которого прежде у нас не водилось; он отлично прижился» [7, с. 28].

В нижней части склона юго-западной экспозиции растут липы. Стволы деревьев увиты виноградом. Травяной покров разреженный, образован ландышем.

Выше по склону снова появляются дуб и клен остролистный, а также растут липа, ильм. Обилеи подрост клена остролистного. Состояние деревьев дуба оценивается в 2 балла (70 % деревьев), 3 балла (30 %). Средняя высота 23 м, средний диаметр 40 см. Сомкнутость 0,5. Обилеи видовой состав травяного покрова, который образован теневыносливыми и влаголюбивыми видами. Характерно присутствие пролесника многолетнего, являющегося одним из доминант травяного покрова. Свойственны сныть, купена, медуница, чина весенняя.

В средней части склона видовой состав травяного покрова меняется, более гигрофильные виды заменяются мезофильными и отчасти ксерофильными. Появляются звездчатка ланцетолистная, мятлики, доминирует осока волосистая — наиболее характерный представитель данного экотопа. Встречается недотрога мелкоцветковая — типичный адвентивный вид засоренных лесов.

Верхняя треть склона занята дубом и ясенем. Появляется бересклет бородавчатый. Примечательны куртины копытня.

Вдоль северного берега пруда на пологом участке протянулся экотоп с разновозрастными экземплярами дуба: старовозрастными и молодыми. Пни, оставшиеся на месте спелых деревьев, позволяют определить примерный возраст этих деревьев (150–170 лет). Состояние деревьев оценено в 2 балла (50 % деревьев) и 3 балла (50 %).

Высокое участие в сложении древостоя принимают ясень высокий и клен остролистный. Характерны липа, ильм, клен татарский, груша, бересклет бородавчатый, дерен кроваво-красный. Липа местами образует густые заросли высотой 10–15 м при диаметре стволов 15–25 см. На опушке встречается бересклет европейский.

В травяном покрове доминирует сныть (проективное покрытие 40 %), растут медуница, купена, перловник, звездчатка ланцетолистная, чина весенняя, рпешок, колокольчик широколистный, фиалка приятная, подмаренник, хмель.

В верхней пологой части склона располагаются насаждения из дуба, ясеня и клена остролистного. Несколько пней позволяют определить примерный возраст дуба (130–150 лет). Во втором ярусе обилён ильм шершавый. Густой подрост образует клен и ясень. В результате сомкнутость крон деревьев достигает 0,8. Как следствие, травяной покров представлен спорадически встречающимися видами ландыша и купены.

Северную опушку парка образуют насаждения из тополя белого, дуба, ясеня. Густые заросли формирует клен татарский.

Западная опушка занята древостоем с господством ясеня высокого. К нему примешивается клен остролистный. Характерны ильм шершавый, груша, бузина, клен татарский, терн, жимолость татарская. Деревья преимущественно порослевого происхождения, в результате насаждения сильно загущены. Они возникли, вероятно, на месте вырубленных или погибших насаждений.

Участки вокруг усадьбы, ранее занятые цветниками, в настоящее время представляют собой заросли из клена американского. Показателен видовой состав небольших полей в окрестностях жилой зоны имения: цикламена дурнишниковая (средняя высота 1,8 м), пустырник пятилистный, крапива двудомная, лопух большой.

Интересные данные даёт сопоставление парка-усадьбы Волконских со сходным по происхождению, но меньшим по площади парком-усадьбой Раевских (село Калиново, Новохопёрский район, Воронежская область) на основе обследований их насаждений в 2017 г. [14]. Оба парка создавались преимущественно во второй половине XIX в., имели в своем составе экзотические растения и представителей местной флоры, были устроены преимущественно в регулярном стиле. Однако парк Волконских был разбит в степи, тогда как парк Раевских окружен лесом, занимающим надпойменные правобережные склоны реки Хопёр. Поселок Калиново никогда не был многолюдным, в настоящее время в нем постоянно про-

живает всего несколько человек. Там нет клуба, школы и других хозяйственных и культурных объектов. Кроме того, парк-усадьба поселка Калиново непосредственно граничит с насаждениями Хопёрского государственного заповедника и в течение длительного времени является памятником природы. Поселок совхоза «Павловка» в советский период своей истории имел относительно большое количество жителей. На территории имения в настоящее время располагается школа. В храме Петра и Павла (1806) в советское время располагался сначала клуб, затем зерноток. Сейчас на территории парка имеются сенокосные угодья, огороды, жилые и хозяйственные постройки.

Выводы

Сравнение состояния двух парков позволяет сделать вывод о значительно лучшей сохранности насаждений Павловки. Вероятно, это связано не в последнюю очередь с тем, что при создании парка Волконские и их предшественники сделали основной акцент на представителей местной флоры, тогда как парк Раевских содержал много экзотов. Второй вероятной причиной лучшей сохранности парка в бывшем имении Волконских является преобладание долговечных пород, прежде всего дуба; другие аллеи, упоминаемые князем, не сохранились или сохранились фрагментарно. В имении Раевских прекрасно сохранилась подъездная аллея из сосны черной, тогда как аллея из клена находится в плачевном состоянии.

Однако необходимо дальнейшее изучение парка-усадьбы Волконских, в том числе в сравнительном аспекте, что позволит установить особенности функционирования рукотворных ландшафтов и выявить факторы, влияющие на их устойчивость.

Предварительное обследование насаждений парка-усадьбы Волконских показало в целом их удовлетворительное состояние и высокое биологическое разнообразие. Разумеется, от строгой планировки, широких аллей, ухоженных стриженных живых изгородей, которые так ценил князь М.С. Волконский, фактически мало что осталось. Но сохранился сам рукотворный ландшафт, создававшийся на протяжении столетия, уникальный по своей сути. Ровно 100 лет парк был предоставлен действию естественных природных закономерностей, подвергался нерациональному стихийному использованию, но сумел выжить и приобрести свои индивидуальные особенности.

В настоящее время парк-усадьба Волконских остро нуждается в охране и восстановлении, присвоении ему статуса ООПТ.

Список литературы

- [1] Перспективные ООПТ Россошанского района Воронежской области / А.Я. Григорьевская, Д.Р. Владимиров, О.П. Быковская, Е.В. Патеркина, И.В. Болтыхов // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Современная экология: образование, наука, практика», Воронеж, ВГУ, 4–6 октября 2017 г./ под общ. ред. В.И. Федотова, С.А. Куролапа. Воронеж: ВГУ, 2017. Т. 2. С. 194–197.
- [2] Завидовская Т.С. Перспективы расширения экологической сети на территории Воронежского Прихоперья // Сб. науч. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России «Природное наследие России». Пенза, ПГУ, 23–25 мая 2017 г. / под ред. Л.А. Новиковой. Пенза: ПГУ, 2017. С. 84–86.
- [3] Рябинина Н.О. Выявление перспектив формирования инновационных степных ООПТ и развитие экосети юго-востока Русской равнины (на примере Волгоградской области) // Сб. науч. ст. Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России «Природное наследие России». Пенза, ПГУ, 23–25 мая 2017 г. / под ред. Л.А. Новиковой. Пенза: ПГУ, 2017. С. 388–391.
- [4] О внесении изменений в постановление администрации городского округа город Воронеж от 02.03.2016 № 105: Постановление администрации гор. округа г. Воронеж от 6 декабря 2017 г. № 688. Воронеж, 2017. URL: http://www.voronezh-city.ru/administration/normative_base/detail/23853 (дата обращения 27.02.2019).
- [5] Волконский С.М. Мои воспоминания: в 2 т. Т. 2: Родина. М.: Искусство, 1992. 382 с.
- [6] Кригер Л.В. Усадьбы Воронежской области. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2011. 366 с.
- [7] Жиренко Н.Г. Некоторые аспекты современного состояния дубрав Теллермановского лесного массива // Матер. Регион. науч.-практ. конф. «Педагогическое регионоведение в Воронежском Прихоперье: Проблемы и перспективы», Борисоглебск, БГПИ, 13 декабря 2013 г. Борисоглебск: БГПИ, 2014. С. 82–87.
- [8] Гильденштедт И.А. Дневник путешествия в южную Россию академика Санкт-Петербургской Академии наук Гильденштедта в 1773–1774 гг. / пер. с немецкого М. Шугурова // Записки Одесского общества истории и древностей, 1879. Т. 11. С. 180–228.
- [9] Топографический межевой атлас Тамбовской губернии. Карты / сост. в 1860 году чинами Межевого Корпуса, под руководством Ген. Штаба ген.-лейт. Менде. М.: Русское Геогр. о-во и Межевой Корпус, 1864. 30 с.
- [10] Завидовская Т.С., Ларионов М.В., Сираева И.С. Анализ изученности растительного покрова региона (на примере Воронежской области) // Известия Самарского научного центра РАН, 2017. Т. 19. № 2. С. 126–132.
- [11] Полевая геоботаника: в 5 т. / под общ. ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. М.–Л.: Академия наук СССР, 1964. Т. 3. 530 с.
- [12] Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесная промышленность, 1984. 152 с.
- [13] Завидовская Т.С., Романовский М.Г. Флора и растительность Теллермановского лесного массива. Саарбрюккене, Германия: Lambert Academic Publishing, 2011. 405 с.
- [14] Завидовская Т.С. О состоянии памятника природы «Парк-усадьба с. Калиново» (Новохопёрский район, Воронежская область) // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Современная экология: образование, наука, практика», Воронеж, ВГУ, 4–6 октября 2017 г./ под общ. ред. В.И. Федотова, С.А. Куролапа. Воронеж: ВГУ, 2017. Т. 2. С. 201–204.

Сведения об авторе

Завидовская Татьяна Сергеевна — канд. биол. наук, доцент Борисоглебского филиала ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», zts.ok@mail.ru

Поступила в редакцию 18.12.2018.

Принята к публикации 24.01.2019.

CHARACTERISTICS OF VOLKONSKY ESTATE PARK AS A UNIQUE NATURAL AND CULTURAL SITE AND PERSPECTIVE SPECIALLY PROTECTED NATURAL AREA

T.S. Zavidovskaya

Borisoglebsk branch of Voronezh State University, 43, Narodnaya st., 397160, Borisoglebsk, Voronezh reg., Russia

zts.ok@mail.ru

In 2017 research activities on existing and newly creating specially protected natural areas became intensified. However, a number of territories have remained beyond the concerns of most researchers. In this regard, the identification of potential specially protected natural areas is thus an ongoing challenge. The Volkonsky estate park is one of these sites. On their initiative, a small estate park, laid back in the early XIX century by former owners, turned into a forested terrain with numerous exotics in the middle of the steppe. The park was a unique arboretum. Its total area was 250 acres. The novelty of the research lies in the almost complete absence of any serious studies of this site. Throughout the research in 2017 a few ecotopes in the middle of the green spaces were identified in accordance with the classification developed by us, and the estate park was mapped out. Oak and ash terrains cover the ecotopes relating to the plateau and the upper parts of the slopes. The wetlands of the bottom of the ravine are occupied by aspen trees. The growth of alder trees is recorded at the spring on the bottom of the ravine. Linden trees grow in the lower part of the slope of the south-western exposure. Above the slope oak and maple trees as well as linden and elm ones can be seen back. The upper third of the gentle slope is occupied by oak and ash trees. The ecotope of mixed-age oak terrains stretches along the northern side of the pond on the gentle slope. The northern edge of the park is formed by terrains of white poplar, oak and ash trees. The western edge is covered with a tree trunk standing with dominance of high ash trees. The sites around the estate, formerly occupied by flowerbeds, now constitute the thickets of American maple trees. The condition of trees for each ecotope was assessed for a set of basic biomorphological features, on the basis of which the plants have been put into 6 categories. The comparative characteristics of the Volkonskiy estate park and the Raevsky estate park are given. A preliminary examination of the green spaces of the Volkonsky estate park showed, in general, their satisfactory condition and a great deal of biological diversity. Currently, the Volkonsky estate park is in urgent need of protecting, reconstructing and establishing a specially protected area.

Keywords: estate park, ecotope, artificial green spaces, specially protected natural areas

Suggested citation: Zavidovskaya T.S. *K kharakteristike parka-usad'by Volkonskikh — unikal'nogo prirodnogo i kul'turnogo ob'ekta i perspektivnoy OOPT* [Characteristics of Volkonsky estate park as a unique natural and cultural site and perspective specially protected natural area]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 133–140. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-133-140

References

- [1] Grigor'evskaya A. Ya., Vladimirov D.R., Bykovskaya O.P., Paterikina E.V., Boltykhov I.V. *Perspektivnye OOPT Rossoshanskogo rayona Voronezhskoy oblasti* [Perspective specially protected natural areas of rossoshansky district of Voronezh region]. Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Sovremennaya ekologiya: obrazovaniye, nauka, praktika» [The proceedings of the International scientific and practical conference «Modern ecology education, science, practice»], Voronezh, VGU, 4–6 October 2017. Voronezh: VGU, 2017, vol. 2, pp. 194–197.
- [2] Zavidovskaya T.S. *Perspektivy rasshireniya ekologicheskoy seti na territorii Voronezhskogo Prikhoper'ya* [Perspectives of ecological network expansion on the territory of Voronezh region]. Sb. nauch. st. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 100-letiyu natsional'nogo zapovednogo dela i Godu ekologii v Rossii «Prirodnoe nasledie Rossii» [Collection of scientific articles of the International Scientific conference dedicated to the 100th anniversary of national conservation and the Year of Ecology in Russia «Natural Heritage of Russia»]. Penza: PGU, 2017, pp. 84–86.
- [3] Ryabinina N.O. *Vyjavlenie perspektiv formirovaniya innovatsionnykh stepnykh OOPT i razvitie ekosetiy ugo-vostoka Russkoy ravniny (na primere Volgogradskoy oblasti)* [Identification of innovative steppe specially protected areas creating perspectives and development of south-eastern Russian plain econetwork (using an example of Volgograd region)]. Sb. nauch. st. Mezhdunar. nauch. konf., posvyashch. 100-letiyu natsional'nogo zapovednogo dela i Godu ekologii v Rossii «Prirodnoe nasledie Rossii» [Collection of scientific articles of the International Scientific conference dedicated to the 100th anniversary of national conservation and the Year of Ecology in Russia «Natural Heritage of Russia»]. Penza: PGU, 2017, pp. 388–391.
- [4] *O vnesenii izmeneniy v Postanovlenie administratsii i gorodskogo okruga Voronezh ot 02.03.2016 № 105: Postanovlenie administratsii gor. okruga g. Voronezh ot 06.12.2017 № 688* [On requiring amendments in the local authorities regulation of Voronezh city district. The regulation of the local authorities of Voronezh city district], 6 December 2017, № 688, Voronezh, 2017. Available at: http://www.voronezh-city.ru/administration/normative_base/detail/23853 (accessed 27.02.2019).
- [5] Volkonskiy S.M. *Moi vospominaniya* [My memories], v. 2. Rodina [Motherland]. Moscow: Iskusstvo, 1992, 382 p.
- [6] Kriger L.V. *Usad'by Voronezhskoy oblasti* [Estates of Voronezh region]. Voronezh: Tsentr dukhovnogo vrozozhdeniya Chernozemnogo kraya, 2011, 366 p.
- [7] Zhirenko N.G. *Nekotorye aspekty sovremennogo sostoyaniya dubrav Tellermanovskogo lesnogo massiva* [Some aspects of Tellerman oak terrains modern condition]. Mater. Region. nauch.-prakt. konf. «Pedagogicheskoe regionovedenie v Voronezhskom Prikhoper'e: Problemy i perspektivy» [Pedagogical region studies in Voronezh Prikhopyorye: Problems and perspectives. The proceedings of scientific and practical conference]. Borisoglebsk: BGPI, 2014, pp. 82–87.

- [8] Gil'denshtedt I.A. *Dnevnik puteshestviya v yuzhnyu Rossiyu akademika Sankt-Peterburgskoy Akademii nauk Gil'denshtedta v 1773–1774 gg.* [The travelogue of Gildenshtedt, academician of St. Petersburg academy of sciences, in southern Russia in 1773–1774.]. Zapiski Odesskogo obshchestva istorii i drevnostey [Notes of Odessa history and antiquity society], 1879, v. 11, pp. 180–228.
- [9] *Topograficheskiy mezhevoy atlas Tambovskoy gubernii. Karty* [Topographical land survey atlas of Tambov province maps]. Moscow, 1864, 30 p.
- [10] Zavidovskaya T.S., Larionov M.V., Siraeva I.S. *Analiz izuchennosti rastitel'nogo pokrova regiona (na primere Voronezhskoy oblasti)* [Analysis of regional land cover studies using an example of Voronezh region]. Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN [News of Samara Research Institute of RAS], 2017, v. 19, no. 2, pp. 126–132.
- [11] *Polevaya geobotanika* [Field geobotany]. Moscow-Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1964, vol. 3, 530 p.
- [12] Mozolevskaya Ye.G., Katayev O.A., Sokolova E.S. *Metody lesopatologicheskogo obsledovaniya ochagov stvolovykh vrediteley i bolezney lesa* [Methods of forest pathological examination of foci of stem pests and forest diseases]. Moscow: Lesnaya promyshlennost' [Forestry industry], 1984, 152 p.
- [13] Zavidovskaya T.S., Romanovskiy M.G. *Flora i rastitel'nost' Tellermanovskogo lesnogo massiva* [The flora and vegetation of Tellerman forest]. LAP: Lambert Academic Publishing, 2011, 405 p.
- [14] Zavidovskaya T.S. *O sostoyanii pamyatnika prirody «Park-usad'ba s. Kalinovo» (Novokhoperskiy rayon, Voronezhskaya oblast')* [On condition of the natural site «Kalinovo estate park» (Novokhoporyorsky district of Voronezh region)]. Mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. «Sovremennaya ekologiya: obrazovaniye, nauka, praktika» [The proceedings of the International scientific and practical conference «Modern ecology education, science, practice»]. Voronezh, VGU, 4–6 October 2017. Voronezh: VGU, 2017, t. 2, pp. 201–204.

Author's information

Zavidovskaya Tatyana Sergeevna — Cand. Sci. (Biological), Assistant Professor, Borisoglebsk branch of Voronezh State University, zts.ok@mail.ru

Received 18.12.2018.

Accepted for publication 24.01.2019.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ПОКРЫТИЯ КОНТАКТОРА ПРИ ХИМИЧЕСКОМ УХОДЕ ЗА ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

А.А. Котов, А.Ф. Алябьев

МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), 141005, Московская область, г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д. 1

kotov@mgul.ac.ru

Статья посвящена созданию модели потерь рабочей жидкости из покрытия рабочего органа машины для химического ухода за лесными культурами контактным способом на вырубках. Изучены силы, оказывающие воздействие на рабочий орган, реализованный в виде вращающегося барабана. При определении потерь ударные нагрузки имитировались центробежными силами. Материал покрытия барабана, представляющий собой сложную капиллярную систему, имитировался эквивалентными капиллярами. Течение жидкости в отдельном капилляре описано уравнением динамики тела переменной массы. Разработанная модель потерь жидкости позволяет определять параметры и режимы работы машины с точки зрения экологической безопасности.

Ключевые слова: химический уход, математическая модель, контактор, рабочая жидкость, экология

Ссылка для цитирования: Котов А.А., Алябьев А.Ф. Моделирование потерь рабочей жидкости из покрытия контактора при химическом уходе за лесными культурами // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2019. Т. 23. № 2. С. 141–146. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-141-146

В процессе анализа литературы, описывающей машины контактного типа, а также полевых испытаний опытных образцов выяснено, что рабочий орган машины для ухода за лесными культурами на вырубках должен представлять собой вращающийся барабан с пористым покрытием [1–13]. При эксплуатации машины на рабочий орган воздействуют силы реакции обрабатываемых растений, ударные нагрузки о препятствия (пни, порубочные остатки, неровности почвы), вибрация трактора, дисбаланс барабана [14, 15]. Перечисленные силы передаются на частицы жидкого препарата, заполняющего открытые поры покрытия. Кроме них на частицу жидкости влияют центробежная сила при вращении барабана, сила тяжести, силы поверхностного натяжения и сопротивления движению (трение).

Цель работы

Поставлена задача создания модели потерь рабочей жидкости из покрытия рабочего органа машины для химического ухода за лесными культурами контактным способом на вырубках.

Методы решения задачи и принятые допущения

Условно выделим из этих сил удерживающие и вырывающие [14]. Соотношение последних оказывает влияние на потери препарата из покрытия контактора, т. е. на степень загрязнения окружающей среды.

В общем случае систему сил, действующих на частицу рабочей жидкости в материале покрытия, можно представить так:

$$\vec{F} = \vec{F}_{\text{виб}} + \vec{F}_y + \vec{G} + \vec{F}_{\text{дб}} + \vec{F}_{\text{ц}} + \vec{F}_k + \vec{F}_c + \vec{F}_n,$$

где F — сила инерции при движении жидкости по капиллярам; $F_{\text{виб}}$ и F_y — соответственно силы вибрации и удара [15, 16]; G — сила тяжести; $F_{\text{дб}}$ — сила от дисбаланса барабана; $F_{\text{ц}}$ — центробежная сила; F_k — сила Кориолиса; F_c — сила сопротивления движению; F_n — сила поверхностного натяжения.

Исследуем действие указанных сил в трех точках поверхности барабана: сверху, сбоку и внизу. Очевидно, наиболее опасной с точки зрения потерь является нижняя точка, так как на практике жидкость теряется из нижней части барабана. В зависимости от угла поворота барабана с i -й частицей жидкости в его покрытии эти силы могут являться для нее как удерживающими, так и вырывающими, или быть нейтральными. К удерживающим постоянно относятся силы поверхностного натяжения, сопротивления движению, силы инерции.

При невозможности теоретического определения ударных сил будем имитировать их центробежными. Наибольшее центростремительное ускорение примем равным 20 g из расчета, что скорость машины на вырубке не превышает 3–7 км/ч, а длительность соударения t составляет 0,01–0,1 с. Получаем, что ускорение $a = 10\text{--}200 \text{ м/с}^2$ [15].

Материал покрытия контактора представляет собой сложную капиллярную систему. Известно, что время и интенсивность потерь жидкости зависят от радиуса капилляров материала [17].

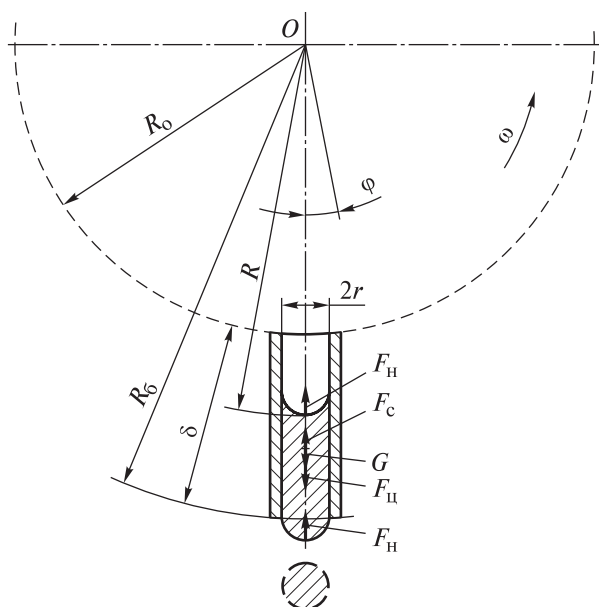


Рис. 1. К расчету сил, действующих на столб жидкости в капилляре

Fig. 1. To the calculation of forces acting on the liquid column in the capillary

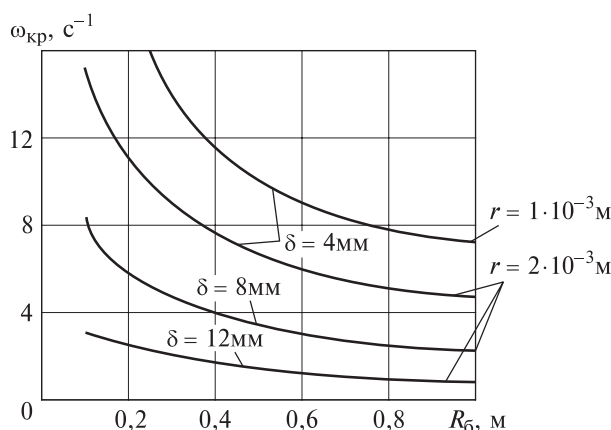


Рис. 2. Изменение критической угловой скорости

Fig. 2. Change in critical angular velocity

Поэтому из всех свойств материала определяющее значение имеют радиусы эквивалентных капилляров материала в радиальном направлении по отношению к барабану и функция распределения количества капилляров по их радиусам.

Под эквивалентным капилляром будем понимать капилляр постоянного радиуса, движение жидкости по которому и по капилляру переменного сечения имеет одинаковую продолжительность. Представив материал рабочей поверхности пучком обособленных друг от друга параллельных цилиндрических капилляров, рассмотрим силы в произвольном капилляре с жидкостью, подверженной действию центробежных сил (рис. 1).

Под влиянием силы тяжести и центробежной силы столб жидкости начинает перемещаться, меняя на концах капилляра знак кривизны по-

верхности [17]. В итоге на выходе из капилляра образуется капля, которая при некоторой величине критической массы отрывается от капилляра. Таким образом, масса жидкого пестицида, движущегося в капилляре, переменна.

Применяемые на производстве водные растворы пестицида с концентрацией 1–10 % близки по свойствам воде [7]. По вязкости и коэффициенту поверхностного натяжения вода уступает рабочей жидкости, что способствует получению заведомо завышенных потерь, т. е. повышает экологические качества машины. Поэтому принимаем воду в качестве жидкости. Физические свойства воды принимаем при температуре 20 °С [18–21]. Анализ выполняем, считая, что эти свойства не зависят от температуры.

Исходные и конечные математические выражения

Для описания передвижения жидкости в отдельном капилляре применяем уравнение динамики тела переменной массы [16]:

$$F = \frac{d(mV)}{dt} = m \frac{dV}{dt} + V \frac{dm}{dt}, \quad (1)$$

где F — сумма сил, действующих на столб жидкости; V — скорость движения жидкости вдоль оси капилляра; m — масса столба жидкости в капилляре.

Заменив m и V в выражении (1), получим

$$F = \rho_{ж} \pi r^2 \left[- \left(\frac{dR}{dt} \right)^2 + (R_0 - R) \frac{d^2 R}{dt^2} \right], \quad (2)$$

где r — радиус капилляра; R_0 — радиус барабана; R — расстояние от оси барабана до ближайшего к оси вращения мениска жидкости.

Считая столб жидкости в капилляре неразрывным, её движение — ламинарным, вход воздуха в освободившееся от жидкости пространство снаружи, и пренебрегая силами Кориолиса, определим силы, оказывающие воздействие на столб жидкости. Это силы тяжести, поверхностного натяжения, сопротивления движению жидкости, центробежная сила [14, 18–20].

Сумма сил, воздействующих на столб жидкости в капилляре, в общем случае будет равна

$$\vec{F} = \vec{F}_u + 2\vec{F}_H + \vec{F}_c + \vec{G}(t).$$

Выделим перемещение жидкости в каждом капилляре в виде трех последовательных стадий.

1. Барабан не вращается (угловая скорость равна нулю), столб жидкости не движется по капилляру и сумма всех сил равна нулю. На основании этого имеем

$$\rho_{ж} g r (R_0 - R) - 4\sigma \cos \theta = 0. \quad (3)$$

2. Угловая скорость вращения барабана ω меньше критической $\omega_{кр}$, столб жидкости не движется и сумма всех сил равна нулю. Аналогично получим

$$g(R_0 - R)\cos(\omega t) + \omega^2 \frac{R_0^2 - R^2}{2} - \frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} r} = 0. \quad (4)$$

3. Угловая скорость вращения контактора ω больше критической $\omega_{кр}$, столб жидкости перемещается в капилляре, происходит отрыв капель на его конце, и движение столба описывает уравнение динамики переменной массы. Тогда

$$\begin{aligned} (R_0 - R) \frac{d^2 R}{dt^2} - \left(\frac{dR}{dt} \right)^2 - \omega^2 \frac{R_0^2 - R^2}{2} - \\ - g(R_0 - R)\cos(\omega t) + \\ + \frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} r} + \frac{8\mu}{\rho_{ж} r^2} (R_0 - R) \frac{dR}{dt} = 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, динамику столба жидкости в капилляре под влиянием гравитационной и центробежной сил можно описать системой уравнений (3)–(5).

Для решения этой системы необходимо знать радиус эквивалентного капилляра и предварительно задаться значениями ω , R_0 , r . Из выражения (3) выразим

$$r = \frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} g (R_0 - R)} \quad \text{или} \quad r = \frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} g l}, \quad (6)$$

где l — высота столба жидкости в капилляре.

Заменяв в уравнении (6) l на толщину покрытия δ , находим максимальное значение радиуса капилляра, наполненного полностью жидкостью в статике

$$r_{\max} = \frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} g \delta}. \quad (7)$$

Эта величина будет границей; капилляры с радиусом выше r_{\max} будут обезвожены при $\omega = 0$.

Из выражения (4) при $t = 0$, приняв R равным

$$R_0 \text{ и заменив } \omega^2 \frac{R_0^2 + R_0^2}{2} = a_n, \text{ получим}$$

$$r_{\max} = \frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} \delta (g + a_n)}. \quad (8)$$

Уравнением (8) определяется значение наибольшего радиуса капилляра, наполненного жидкостью при произвольном центробежном ускорении a_n . Из выражения следует, что значение радиуса капилляра, наполненного жидкостью, обратно пропорционально толщине рабочего покрытия δ и суммарному ускорению $a = g + a_n$.

Определим граничную угловую скорость $\omega_{кр}$, соответствующую отсутствию потерь и полному

заполнению ею капилляров с радиусом $r < r_{\max}$, из выражения (4)

$$\omega_{кр} \leq \sqrt{\frac{2 \left(\frac{4\sigma \cos\theta}{\rho_{ж} r} - g\delta \right)}{\delta(2R_0 - \delta)}}. \quad (9)$$

Здесь приняты худшие условия: $G(t) = G$. Выражение (9) показывает, что $\omega_{кр}$ растет при увеличении σ и уменьшении $\rho_{ж}$, r , R_0 и δ .

При помощи этого неравенства была рассчитана граничная угловая скорость рабочего органа как функция от R_0 , δ и r . Расчеты подтверждены графиком (рис. 2). Он показывает, что при $r = 0,002$ м и $R_0 = 0,1$ м угловая скорость для толщины покрытия, составляющей 0,004; 0,008 и 0,012 м, соответственно равна 15,16; 8,14 и 3,22 с^{-1} . При $R_0 = 1,0$ м и аналогичных остальных параметрах $\omega_{кр}$ соответственно равна 4,75; 2,53 и 0,99 с^{-1} .

Преобразовав уравнение (4) и выделив R , получаем, исходя из физического смысла процесса, следующее неравенство

$$\begin{aligned} R \leq -\frac{g}{\omega^2} + \\ + \sqrt{R_0^2 - \frac{8 \cdot \sigma \cdot \cos\theta - 2 \cdot R_0 \cdot g \cdot \rho_{ж} \cdot r}{\omega^2 \cdot \rho_{ж} \cdot r} + \frac{g^2}{\omega^4}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Очевидно, что при $\omega \rightarrow \infty$ за конечное время $R \rightarrow R_0$, капилляры в материале покрытия не теряют полностью жидкость, а оставшаяся ее часть концентрируется у наружной поверхности покрытия.

На основании неравенства (10) также построены кривые, показывающие положение мениска жидкости в капилляре материала покрытия барабана в зависимости от R_0 , ω и r . Они изображены на рис. 3. Графики показывают, что при постоянной угловой скорости ($\omega = \text{const}$) находящийся ближе к оси вращения мениск столба жидкости останавливается в строго определенном месте капилляра. Так при r , равном 0,1; 1,0; 3,0 и 5,0 мм, R_i соответственно составляет 148,3; 149,8; 149,94 и 149,97 мм ($\omega = 100 \text{ с}^{-1}$, $R_0 = 0,15$ м).

Следует отметить, что выражение (9) приближенно определяет потери жидкости из материала в предположении, что капилляры с радиусом $r > r_{\max}$ совсем не имеют жидкости. Для более точного определения потерь нужно знать объем удаленной жидкости в капиллярах радиуса $r > r_{\max}$. Это позволяет сделать неравенство (10), с помощью которого в статике можно найти координаты наиболее близко расположенного к оси вращения мениска жидкости в капилляре.

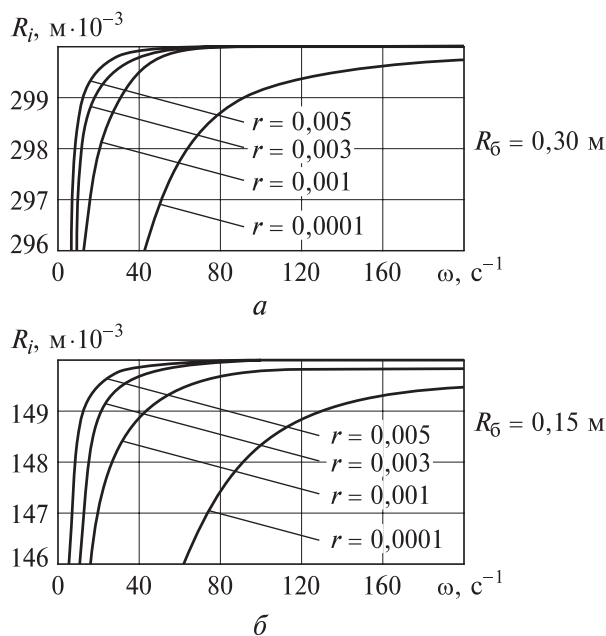


Рис. 3. Изменение положения мениска жидкости в капилляре
Fig. 3. Change in critical angular velocity

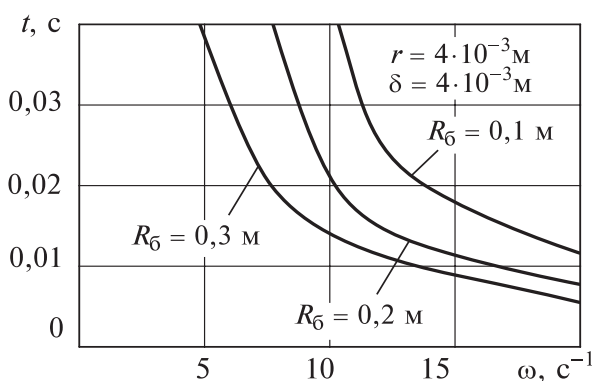


Рис. 4. Зависимость продолжительности движения мениска жидкости в капилляре от угловой скорости
Fig. 4. The dependence of the duration of the meniscus fluid movement in the capillary on the angular velocity

Неравенство (10) также можно вывести из уравнения (5) при прекращении движения столба жидкости в капилляре, т. е. при $dR/dt = 0$, когда $t \rightarrow \infty$.

При изучении потерь жидкого пестицида из покрытия контактора в произвольное время t используем выражение (5). Решение его выполним относительно t методом Рунге-Кутта [14, 22, 23]. Для этого специально была разработана компьютерная программа. Принятыми начальными условиями являлись: $R_0 = R_с - \delta$ и $V = dR/dt = 0$ при $t = 0$.

В результате решения дифференциального уравнения установлено, что промежуток времени, при котором происходит потеря капилляром жидкости не превышает 0,1 с ($r = 0,001-4,000$ мм, $\delta = 4-12$ мм, $\omega = 0-100$ с⁻¹ и $R_с = 0,1-1,0$ м),

что соизмеримо с продолжительностью соударения барабана о препятствие [10]. Фрагмент решения этого уравнения движения жидкости в капилляре при различном его радиусе как функция угловой скорости представлен на рис. 4.

Выводы

В результате выполненного теоретического анализа выявлено, что на возможные потери жидкого пестицида из поверхности рабочего органа влияют свойства рабочей жидкости, расположение пор материала покрытия и их размеры, толщина покрытия, а также радиус и угловая скорость вращения контактора. Составленная математическая модель позволяет найти радиус эквивалентного капилляра, наполненного жидкостью в статике и динамике без отрыва капель и с их отрывом, критическую (граничную) угловую скорость или координаты наиболее близких к оси вращения менисков жидкости. Модель дает возможность установить конструктивные и кинематические параметры контактора и технологические режимы работы машины, не приводящие к потерям пестицида, т. е. обеспечивающие охрану окружающей среды. Для подтверждения теоретических выводов необходимо проведение экспериментальных исследований свойств материала покрытия и параметров рабочего органа.

Список литературы

- [1] Messersmith C.G., Lym R.G. Roller application of picloram for leafy spurge control in pastures // Weed Science, 1985, v. 33, no. 2, pp. 258–262.
- [2] Biniak B.M., Aldrich R.J. Reducing velvetleaf and giant foxtail seed production with simulated-roller herbicide application // Weed Science, 1986, v. 34, no. 2, pp. 256–259.
- [3] Waddington J., Bittmans S. Control of brush regrowth in northeastern Saskatchewan by several concentrations of herbicides applied with a roller // Canad. J. Plant Sc., 1987, v. 67, no. 2, pp. 467–475.
- [4] Welker W.V., Peterson D.L. A rotary herbicide wiper for post emergence weed control in perennial horticultural crops // Weed Technology, 1987, v. 1, no. 4, pp. 319–322.
- [5] Gaultney L.D. Fluid retention on a herbicide roller-wiper due to liquid surface tension and viscosity // ASAE, St Joseph, Mich., 1988, v. 31, no. 3, pp. 648–651.
- [6] Ченцов В.В., Аленичкова Т.Ф., Кузькина Т.И. Новые перспективные способы и средства механизации защиты растений: обзорн. информ. Вып. 6. М.: ЦНИИТЭИ-тракторосельхозмаш, 1988. 53 с.
- [7] Шутов И.В. Применение гербицидов и арборицидов в лесовыращивании. М.: Агропромиздат, 1989. 223 с.
- [8] Львов С.И., Пуятин Ю.П., Шашова М.В. Контактный способ нанесения гербицидов и арборицидов // Лесное хозяйство, 1990. № 12. С. 43–45.
- [9] Шершабов И.В. Контактное устройство для применения гербицидов // Защита растений. 1990. № 3. С. 36–37.
- [10] Винокуров В.Н., Котов А.А., Пельтек В.В. Машина для химического ухода за культурами // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов: сб. докл. II Всесоюзной научно-техн. конференции, Москва, МЛТИ, 15–17 октября 1991 г. М.: МЛТИ, 1991. Ч. 2. С. 195–196.

- [11] Котов А.А. Исследование экологической безопасности машины для химухода за лесными культурами контактным способом // Результаты фундаментальных исследований по приоритетным научным направлениям лесного комплекса страны: сб. научн. тр. Вып. 254. М.: МГУЛ, 1993. С. 38–42.
- [12] Котов А.А. Эффективность контактного способа внесения арборицидов при уходе за культурами // Лесное хозяйство, 1993. № 5. С. 48–49.
- [13] Алябьев А.Ф., Калинин С.Ю., Котов А.А. Исследование взаимодействия гусеницы трактора с почвой // Техника и оборудование для села, 2017. № 6. С. 18–21.
- [14] Котов А.А. Оптимизация режимов работы машины для химического ухода за лесными культурами контактным способом // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика, 2014. Т. 2. № 2–2 (7–2). С. 73–77.
- [15] Пановко Я.Г. Основы прикладной теории колебаний и удара. Л.: Машиностроение, 1976. 320 с.
- [16] Добронравов В.В., Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. М.: Высш. школа, 1983. 575 с.
- [17] Клевицкий М.М. Исследование центробежного способа обезвоживания круглых березовых лесоматериалов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: МЛПИ, 1980. 19 с.
- [18] Бэтчелер Дж. Введение в динамику жидкости: пер. с англ. / под ред. Г.Ю. Степанова. М.: Мир, 1973. 760 с.
- [19] Калищун В.И., Дроздов Е.В. Основы гидравлики и аэродинамики. М.: Стройиздат, 1990. 247 с.
- [20] Скобелицын Ю.А. Истечение жидкостей через насадки, отверстия, распылители, водовыпуски, капельницы. Краснодар: КСХИ, 1989. 120 с.
- [21] Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1973. 832 с.
- [22] Котов А.А. Совершенствование технологий и создание средств механизации для химического ухода в лесных питомниках и культурах. М.: МГУЛ, 2008. 314 с.

Сведения об авторах

Котов Алексей Александрович — д-р техн. наук, профессор кафедры ЛТ-1, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), kotov@mgul.ac.ru

Алябьев Алексей Федорович — д-р техн. наук, профессор кафедры ЛТ-7, МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал), alyabievaf@rambler.ru

Поступила в редакцию 25.12.2018.

Принята к публикации 15.02.2019.

MODELING LOSSES OF WORKING FLUID FROM COVER OF CONTACTOR IN CHEMICAL CARE OF FOREST CROPS

A.A. Kotov, A.F. Alyabiev

BMSTU (Mytishchi branch), 1, 1st Institutskaya st., 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

kotov@mgul.ac.ru

The article is devoted to the creation of a model of loss of working fluid from the coating of the working body of the machine for chemical care of forest crops by contact method on cutting down. The forces acting on the working body, made in the form of a rotating drum, are considered. Shock forces in the study of losses were simulated centrifugal. The drum coating material, represented by a complex capillary system, was simulated by equivalent capillaries. The movement of fluid in a separate capillary is described by the equation of body dynamics of a variable mass. The resulting fluid loss model allows you to determine the parameters and modes of operation of the machine from the point of view of environmental safety

Keywords: chemical treatment, mathematical model, contactor, working fluid, ecology

Suggested citation: Kotov A.A., Alyabiev A.F. *Modelirovanie poter' rabochey zhidkosti iz pokrytiya kontaktora pri khimicheskoy ukhode za lesnymi kul'turami* [Modeling losses of working fluid from cover of contactor in chemical care of forest crops]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 141–146. DOI: 10.18698/2542-1468-2019-2-141-146

References

- [1] Messersmith C.G., Lym R.G. Roller application of picloram for leafy spurge control in pastures. *Weed Science*, 1985, v. 33, no. 2, pp. 258–262.
- [2] Biniak B.M., Aldrich R.J. Reducing velvetleaf and giant foxtail seed production with simulated-roller herbicide application. *Weed Science*, 1986, v. 34, no. 2, pp. 256–259.
- [3] Waddington J., Bittmans S. Control of brush regrowth in northeastern Saskatchewan by several concentrations of herbicides applied with a roller. *Canad. J. Plant Sc.*, 1987, v. 67, no. 2, pp. 467–475.
- [4] Welker W.V., Peterson D.L. A rotary herbicide wiper for post emergence weed control in perennial horticultural crops. *Weed Technology*, 1987, v. 1, no. 4, pp. 319–322.
- [5] Gaultney L.D. Fluid retention on a herbicide roller-wiper due to liquid surface tension and viscosity. *ASAE*, St Joseph, Mich., 1988, v. 31, no. 3, pp. 648–651.

- [6] Chentsov V.V., Alenchikova T.F., Kuz'kina T.I. *Novye perspektivnye sposoby i sredstva mekhanizatsii zashchity rasteniy: obzorn. inform* [Promising new ways and means of mechanization of plant protection: overview]. Moscow: TsNIITEItraktorosel'khoz mash, 1988, v. 6, 53 p.
- [7] Shutov I.V. *Primenenie gerbitsidov i arboritsidov v lesovyvrashchivanii* [The use of herbicides and arboritsidy when growing forests]. Moscow: Agropromizdat, 1989, 223 p.
- [8] L'vov S.I., Putyatin Yu.P., Shashova M.V. *Kontaktnyy sposob naneseniya gerbitsidov i arboritsidov* [Contact method of applying herbicides and arboricides]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1990, no. 12, pp. 43–45.
- [9] Shershabov I.V. *Kontaktnoe ustroystvo dlya primeneniya gerbitsidov* [The contact device for the application of herbicides]. *Zashchita rasteniy* [Plant protection], 1990, no. 3, pp. 36–37.
- [10] Vinokurov V.N., Kotov A.A., Pel'tek V.V. *Mashina dlya khimicheskogo ukhoda za kul'turami* [Machine for chemical care of forest crops]. *Okhrana lesnykh ekosistem i ratsional'noe ispol'zovanie lesnykh resursov: sb. dokl. II Vsesoyuznoy nauchno-tekhn. konferentsii*. [Protection of forest ecosystems and rational use of forest resources: collection of reports of the II All-Union scientific and technical conference] Moscow, MLTI, October 5–17, 1991. Moscow: MLTI, 1991, vol. 2, pp. 195–196.
- [11] Kotov A.A. *Issledovanie ekologicheskoy bezopasnosti mashiny dlya khimicheskogo ukhoda za lesnymi kul'turami kontaktnym sposobom* [The study of ecological safety of machines for chemical care for forest plantations, contact]. *Rezul'taty fundamental'nykh issledovaniy po prioritetyim nauchnym napravleniyam lesnogo kompleksa strany: sb. nauchn. tr.* [The results of fundamental research in the priority research areas of the forest complex of the country: Collected papers]. Moscow: MGUL, 1993, v. 254, pp. 38–42.
- [12] Kotov A.A. *Effektivnost' kontaktnogo sposoba vnesheniya arboritsidov pri ukhode za kul'turami* [The efficiency of the contact way of making arboricides care cultures]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry], 1993, no. 5, pp. 48–49.
- [13] Alyabyev A.F., Kalinin S.Y., Kotov A.A. *Issledovaniye vzaimodeystviya gusenitsy traktora s pochvoy* [Investigation of the interaction of the tractor caterpillar with the soil]. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela* [Technique and equipment for the village], 2017, no. 6, pp. 18–21.
- [14] Kotov A.A. *Optimizatsiya rezhimov raboty mashiny dlya khimicheskogo ukhoda za lesnymi kul'turami kontaktnym sposobom* [Optimization of machine operation modes for chemical care of forest cultures by the contact method]. *Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* [Actual areas of research of the XXI century: theory and practice], 2014, v. 2, no. 2–2 (7–2), pp. 73–77.
- [15] Panovko Ya.G. *Osnovy prikladnoy teorii kolebaniy i udara* [Fundamentals of applied theory of vibrations and shock]. *Leninograd: Mashinostroenie* [Engineering], 1976, 320 p.
- [16] Dobronravov V.V., Nikitin N.N. *Kurs teoreticheskoy mekhaniki*. [The course of theoretical mechanics]. Moscow: Vysshaya shkola [High School], 1983, 575 p.
- [17] Klevitskiy M.M. *Issledovanie tsentrobezhnogo sposoba obezvozhivaniya kruglykh berezovykh lesomaterialov: avtoref. diss. ...kand. tekhn. nauk* [Investigation of the method of centrifugal dewatering of round birch: Author. Dis. ... Cand. Sci. (Tech.)]. Moscow: MLTI, 1980, 19 p.
- [18] Batchelor J. *Vvedenie v dinamiku zhidkosti* [Introduction to fluid dynamics]. Moscow: Mir, 1973, 760 p.
- [19] Kalicun V.I., Drozdov E.V. *Osnovy gidravliki i ajerodinamiki* [Fundamentals of hydraulics and aerodynamics]. Moscow: Stroyizdat Publ., 1990, 247 p.
- [20] Skobelitsyn Yu.A. *Istecheniye zhidkostey cherez nasadki, otverstiya, raspyliteli, vodovypuski, kapel'nitsy* [The outflow of fluids through nozzles, holes, sprays, water outlets, droppers]. Krasnodar: KSKhI, 1989, 120 p.
- [21] Korn G., Korn T. *Spravochnik po matematikedlya nauchnykh rabotnikov i inzhenerov* [Mathematics Handbook for Scientists and Engineers]. Moscow: Nauka [Science], 1973, 832 p.
- [22] Kotov A.A. *Sovershenstvovanie tekhnologii i sozdanie sredstv mekhanizatsii dlya himicheskogo ukhoda v lesnykh pitomnikah i kul'turah* [Perfection of technologies and creation of means of mechanization for chemical care in forest farm and cultures]. Moscow, MGUL, 2008, 314 p.

Authors' information

Kotov Alexey Aleksandrovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor BMSTU (Mytishchi branch),
kotov@mgul.ac.ru

Alyabiev Alexey Fedorovich — Dr. Sci. (Tech.), Professor BMSTU (Mytishchi branch),
alyabievaf@rambler.ru

Received 25.12.2018.

Accepted for publication 15.02.2019.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ПРОБЛЕМ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ И ИСТОРИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Е.С. Мигунова

Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина, 61024, Харьков, Пушкинская, д. 86
migunova-e-s@yandex.ua

Изложены результаты 60-летнего изучения взаимосвязей лесных насаждений и почвогрунтов методами лесной типологии. Изучена история ее становления, в том числе труды ее основоположника А.А. Крюденера. Усовершенствованы классификационные модели этой школы, предложена система лесотипологических таксонов. Дано количественное обоснование эдафической сетки — трофности, засоленности, увлажнения. Выявлена роль главных лимитированных экологических ресурсов — тепла, влаги и пищи, — определяющих зональное и внутризональное разнообразие природы. Лесотипологические классификационные модели — эдафическая и климатическая сетки — построены в координатах этих ресурсов, что позволяет использовать их для сопряженной классификации всех основных природных факторов. Показаны перспективы использования принципов и методов экологической школы лесной типологии в естественных науках. **Ключевые слова:** история науки, лесная типология, климат, рельеф, почвогрунты, грунтовые воды, экологические факторы, плодородие среды, ландшафтоведение, почвоведение

Предисловие

Представляемая статья обобщает итоги исследований известного научного деятеля, профессора Елены Сергеевны Мигуновой, являющейся в настоящее время *лидером в области лесной типологии*.

Напомним, что основатель учения о лесе профессор Г.Ф. Морозов считал, что *зонально-типологическое разнообразие лесов* должно быть основой для планирования и практики ведения лесного хозяйства. При сегодняшнем упадке не только практики, но и самой лесной науки значимость этого требования, можно сказать, почти утрачена.

Однако в прошлом лесная типология как научное направление имела определенные достижения, но нельзя сказать, что для практики в России имела четкие рекомендации. В России были известны многие классификации. Среди них широко распространенной считалась классификация В.Н. Сукачева, но и она не отвечала тем требованиям, которые должны предъявляться к ней, особенно что касается лесов, нарушенных хозяйственной деятельностью.

Следует сказать, что профессор Е.С. Мигунова окончила Московский государственный

университет имени М.В. Ломоносова и многие годы работала, занимаясь исследованиями в области лесной типологии с учетом рекомендаций ее основоположников Г.Ф. Морозова и А.А. Крюденера. Последние десятилетия ее труды были связаны с исследованиями ученых Украины, включая Г.Н. Высоцкого, П.С. Погребняка, Д.В. Воробьева, Д.Д. Лавриненко, А.С. Гладких и многих других.

Именно трудами Е.С. Мигуновой обобщены наиболее значимые достижения наиболее выдающихся ученых в этой области и даны собственные рекомендации, построенные с учетом главных лимитирующих факторов для роста и производительности насаждений разных древесных пород. Следует отметить, что представленная ею классификация лесной типологии на сегодняшний день наиболее полно отвечает ее требованиям для организации и планирования лесного хозяйства на зонально-типологической основе.

Судя по данной статье, Е.С. Мигунова имеет похвальные итоги научных исследований в области лесной типологии.

Н.А. Моисеев, академик РАН

Перешагнув знаменательный рубеж — 90-летие, я, Елена Сергеевна Мигунова, решила более основательно, чем делала это раньше [22, 32], обобщить результаты своих многолетних исследований. Хочется чтобы они получили известность и признание. Главным в них является обоснование и совершенствование принципов и классификационных построений одного из теоретических разделов лесоводства — **лесной типологии**, как учения о взаимосвязях леса с абиотической средой, учения о лесных экосистемах. Основы его были заложены в начале прошлого века Г.Ф. Морозовым, назвавшим его **учением о типах насаждений**. Я познакомилась с лесной типологией только по приезду в 1959 г. из Москвы в Харьков, на работу в лабораторию лесного почвоведения Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации (УкрНИИЛХА). Познакомил и приобщил меня к ней сотрудник этой лаборатории опытный почвовед-типолог Александр Степанович **Гладкий**, которому я искренне благодарна и которого считаю своим учителем в этой области.

Безусловно, нельзя сбросить со счетов учебу и работу на Биолого-почвенном факультете Московского государственного университета (1946–1959 г.), в том числе подготовку на кафедре географии почв и защиту в 1958 г. кандидатской диссертации на тему «**Влияние широколиственной древесной растительности на черноземные почвы**». Руководителем ее был крупный ученый-почвовед профессор Д.Г. Виленский. Под его руководством я также участвовала в работах по сбору материалов для Музея земледелия в новом здании МГУ (на европейской части СССР от Тулы до предгорий Кавказа, в Средней Азии — Ташкент, Самарканд, Ферганская долина) и в почвенном районировании Центрально-нечерноземного центра (Владимирская и Ивановская области).

В процессе работы над кандидатской диссертацией было установлено, что древесная растительность не вызывает ухудшения черноземов, как это долгие годы считалось, а наоборот способствует накоплению в них гумуса и увеличению мощности гумусированного профиля. При этом **тип почвообразования — черноземный — сохраняется**, но происходит небольшое осевление почв — южные черноземы сдвигаются в сторону обыкновенных, типичные — выщелоченных [1]. Работы по почвенному районированию выявили тот факт, что определяющим для выделения почвенных районов являются **особенности состава и строения поверхностных отложений**, почвообразующих пород [3,4]. Кроме того, эти работы дали возможность познакомиться с почвами разных природных зон

и сформировать представления об общих географических закономерностях природы. Этими представлениями в настоящее время очень слабо владеют украинские лесоводы, в отличие от их гениального предшественника энциклопедиста **Георгия Николаевича Высоцкого**, признанного классиком восьми естественных наук и основоположником двух — ландшафтоведения и агролесомелиорации. В последующем были обобщены и опубликованы результаты его исследований в разных областях знаний [13, 28]. Мы предпринимаем попытки привлечь внимание к необходимости изжить этот существенный пробел в подготовке лесоводов, кстати не только украинских, ссылаясь на Г.Ф. Морозова: **география должна предшествовать лесоводству**.

В УкрНИИЛХА по плану (1960 г.), предусматривающему разработки проблемы лесоводственного освоения малопродуктивных в сельском хозяйстве земель, автором статьи рассматривалась сложная тема «**Оценка лесопригодности засоленных почв и способы создания на них насаждений**», которой занималась 12 лет (1960–1964 гг. и 1965–1971 гг.). В ней необходимо было дать лесотипологическую классификацию очень разнообразных, но в целом почти неспособных засоленных почв. Это единственная работа, потребовавшая очень большого напряжения сил, которую я выполнила в рамках специальной темы, имея двух помощников на Пришивашской опытной станции (Херсонская область) и возможность брать там машину для экспедиционных поездок. Все остальные лесотипологические исследования проводились внепланово, так как завершив работы по засоленной тематике и защитив по ним в 1975 г. докторскую диссертацию, я не смогла добиться постановки на проработку какой-либо лесотипологической темы. Более того, в 1972 г. был закрыт отдел лесной типологии, а в 1976 г. ушли из жизни ведущие типологи П.С. Погребняк, Д.В. Воробьев и П.П. Посохов, а несколько ранее серьезно заболел Д.Д. Лавриненко. А.С. Гладкий давно был на пенсии за пределами Украины. В результате позиции лесной типологии в Украине оказались очень ослабленными, по сравнению с предыдущими годами, особенно периодом работ по Плану преобразования природы 1948 г., обследованием лесов степной зоны (А.Л. Бельгард) и горных регионов СССР 1950–1960 годов, возглавлявшихся Л.В. Воробьевым. В эти годы кроме сотрудников отдела лесной типологии лесотипологические исследования на серии заложенных в Полесье и Северной степи стационарах вели отделы почвоведения и гидрологии УкрНИИЛХА и Полесская опытная станция.

В процессе работ на засоленных почвах были обследованы все районы распространения этих почв на территории Украины — зона сухой степи — Присивашье, в том числе Крымское, от Мариуполя до долины Дуная (Измаильский лесхоз), а также Среднее Приднепровье, где имеются почвы содового засоления. Поскольку древесных насаждений на разных видах засоленных почв в этих районах очень немного, были предприняты поездки в Поволжье — на Прикаспийскую низменность, Ергеня и в дельту Терека. Большая поездка была совершена также по Средней Азии (Самарканд — Ашхабад — предгорья Копетдага). Эти поездки предпринимались не только с целью изучения лесорастительных свойств засоленных почв, но и для знакомства с имеющимся опытом создания на них лесных насаждений. Всего было заложено более 600 пробных площадей, а также большое количество почвенных разрезов на участках, подбиравшихся для закладки опытных культур.

В результате проведенных исследований была оценена токсичность разных групп легкорастворимых солей и установлено, что лесопригодность засоленных почв обусловлена *глубиной залегания угнетающих и токсических количеств этих солей, особенно хлоридов и соды, и уровнем их увлажнения*. Только учет этих двух характеристик — *засоления и увлажнения* — позволил дать основательную характеристику лесопригодности засоленных почв, выделив пять их групп — *лесопригодные, ограниченно-, условно-лесопригодные, пригодные только под солеустойчивые кустарники и полностью нелесопригодные* [2, 5].

Тот факт, что для оценки засоленных почв необходим учет не только количества солей, но и уровня увлажнения, как это принято в лесной типологии, тогда как почвоведы оперируют в основном степенью засоления, привлек ученых к изучению лесотипологических принципов не только почв, но и природы в целом. Оценена также доступность для древесных пород грунтовых вод разной степени минерализованности. При близком залегании они служат для растений не только источником влаги, но и элементов питания. Определены почвы, которые из-за низкой лесопригодности рекомендовалось исключать из-под облесения. Названные пять групп приняты и как пять галогенных (от *hals* — соль) вариантов разных трофотопов. Позже они были выделены как самостоятельные *галотопы* — E, F, G, H, — продолжающие ряд трофотопов (A–D) эдафической сетки. Оценена солевыносливость произрастающих в районах распространения засоленных почв деревьев и кустарников [6]. Выявлена весьма солевыносливая древесная порода — ясен остроплодный (*Fraxinus oxycarpa* Willd). Предложена система агротехнических и мелиоративных мероприятий по выращиванию насаждений на почвах с признаками засоленности [7].

Эти материалы получили широкую известность во всех регионах бывшего СССР, где имеются засоленные почвы, а также в Болгарии, и использовались проектными и производственными организациями при отводе земель под облесение и создании насаждений. Позже была разработана шкала производительности почвогрунтов [8] от I класса, пригодных для выращивания плантаций быстрорастущих пород до IX, полностью нелесопригодных. Лесоводы-морозовцы пользовались термином «почвогрунты», а не «почвы», понимая какое большое значение имеют для древесной растительности с ее заглубленной корневой системой почвообразующие породы, их состав и водно-физические свойства. Разработана лесотипологическая классификация степной и более засушенных зон [18].

Одной из причин, по которой удалось решить поставленные задачи, была не только массовость наблюдений, но и принятая методика проведения исследований — сопряженное изучение почв (детальное их описание и анализ почвенных образцов до глубины 3 м, для чего почвенные разрезы доуглублялись бурением) и грунтовых вод, при их залегании выше 3 м, и таксационные описания насаждений на пробных площадках 20×20 м². При этом пробные площади с почвенными разрезами закладывались на всех участках, различающихся состоянием насаждений — *экологическими рядами*, по 3–5 на каждом участке.

После завершения работ на засоленных почвах, распространенных в основном в зоне сухой степи, предполагалось начать подобные исследования в других зонах — Степи, Лесостепи, Полесье — с целью количественного обоснования классификационной модели лесной типологии — эдафической сетки (табл. 1), прежде всего ее основного таксона — *трофности* (от *trophe* — пища, термин Высоцкого), который долгие годы не имел не только количественного, но и понятийного обоснования. Это было существенным недостатком украинской классификации и часто критиковалось представителями фитоценотической школы. Однако не удалось добиться постановки на проработку такой темы и вынуждены были вести эту и все последующие лесотипологические исследования внепланово. Основные полевые исследования, необходимые для оценки трофности, были проведены в период 1976–1982 гг. при проработке хозяйственной темы «Прогноз влияния строительства канала Днепр — Донбасс на растительность и почвы Северского Донца», когда в ресурсе были два помощника, машина и относительная свобода в передвижениях, а также договор на выполнение анализов почв. А дальше были поездки в периоды отпусков в заповедники или на опытные станции и плавания по Оби, Енисею и Лене с их «зелеными» стоянками.

Т а б л и ц а 1

Сопряженная классификационная модель лесов и их местообитаний — эдафическая сетка Крюденера-Погребняка
Link classification model of forests and their habitats, Krudener-Pogrebnyak edaphic grid

Типы леса		Боры А	Субори В	Сугрудки С	Груды* D	
Типы местообитаний (эдаптопы)		Подтипы богатства (трофотопы)				
		Бедные	Относительно бедные	Относительно богатые	Богатые	
Подтипы влажности (гигротопы)	0	Очень сухие	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
	1	Сухие	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
	2	Свежие	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂
	3	Влажные	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃
	4	Сырые	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄
	5	Мокрые	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅

Примечание. * — приняты как таксон, объединяющий все леса на богатых землях.

Т а б л и ц а 2

Количество P₂O₅ и K₂O (вытяжка Гинзбург), определяющее уровень обеспеченности почвогрунтов элементами минерального питания растений
The number of P₂O₅ and K₂O (extract Ginzburg), which determines the level of soil provision with mineral nutrition elements for plants

Уровень обеспеченности почвогрунтов		Наибольшее количество, %, в корнедоступной зоне почвогрунта*		Преобладающие почвообразующие породы
		P ₂ O ₅	K ₂ O	
A	Бедные	< 0,02	< 0,03	Кварцевые пески
B	Относительно бедные	0,02–0,04	0,03–0,06	Полиминеральные и глинистые пески, элювий кислых пород
C	Относительно богатые	0,04–0,06	0,06–0,20	Супеси, подстилаемые суглинками
D	Богатые	> 0,06	> 0,20 (0,80)**	Лёссовидные, покровные, моренные и другие суглинки и глины, мощный элювий основных пород

Примечание. * — исключены органогенные горизонты; ** — 0,80 % K₂O и больше содержится в почвогрунтах, на которых растут наиболее требовательные древесные породы (ясень, клены, ильмовые).

Изучение трофности местообитаний проведено на огромной территории — от Закарпатья до Якутска и от Архангельска до Ашхабада. В хорошо сохранившихся приспевающих древостоях заповедников, опытных станций, производственных организаций по профилям — на участках с разным рельефом, почвогрунтами, уровнем грунтовых вод — описано более 600 участков, с закладкой круговых пробных площадей и почвенных разрезов. Это не только позволяло обходиться практически без помощников (хотя повсюду нас встречали очень приветливо и оказывали всяческую помощь), но и получать наиболее достоверные данные связи роста насаждений с почвенными условиями, так как круговые площадки фиксировали характеристики насаждений, находящихся непосредственно вокруг почвенных разрезов.

В результате обработки собранных данных установлено, что повсеместно прослеживается жесткая связь трофности, богатства почв биоэлементами, с утяжелением механического состава почвогрунтов. Климат определяет степень реализации их потенциала. Генетический тип почв при этом имеет гораздо меньшее значение. Ель на злостных суглинистых подзолах формирует высокопродуктивные насаждения, тогда как на неоподзоленных песчаных почвах она, так же как другие мезо- и мегатрофы (дуб, бук, пихта), даже не приживается. При этом трофность лесных местообитаний определяют **наибольшие в пределах корнедоступного слоя** (для сосны до 3–3,5 м) **общие (валовые) количества** двух важнейших для жизнедеятельности растений элементов — **фосфора и калия**, исключая практически недо-

ступный растениям калий кристаллических решеток калиевых полевых шпатов. К сожалению, именно этот калий преобладает на нашей планете. Остальные, в том числе труднодоступные формы этих элементов, извлекаются длительным кипячением в смеси концентрированных серной и хлорной кислот (вытяжка Гинзбург, 1975). В бедных типах количество валового фосфора не превышает 0,02 % P_2O_5 , в богатых оно больше 0,06 %, калия соответственно меньше 0,03 % и больше 0,80% K_2O (табл. 2) [10, 14].

Главным в данном случае явился метод определения элементов питания в вытяжке Гинзбург, которой полностью извлекаются все (валовые) количества фосфора и других элементов и лишь незначительная часть калия. Ранее, оценивая обеспеченность почв элементами питания типологии, определяли не валовые, а легкоподвижные их формы методами, принятыми для их определения на сельскохозяйственных землях. Вегетационный период сельхозкультур 2–3 месяца, и необходимо, чтобы в почвах в этот период было достаточно легкодоступных форм элементов питания. Многолетние древесные растения, как свидетельствуют наши материалы, потребляют все (валовые) формы фосфора и других биоэлементов, исключая калий, очень прочно связанный в кристаллических решетках калиевых полевых шпатов. Олиготроф сосна, способная расти на почти бесплодных кварцевых песках, извлекает биоэлементы, разрушая валуны массивно-кристаллических пород, но и она не способна разрушать полевые шпаты, чтобы извлечь из них калий. Нехватка азота в почвах, запасы которого в атмосфере огромны, объясняется тем, что азотфиксирующим микроорганизмам для его перевода в доступную для растений форму, необходим фосфор, запасы которого в природе очень невелики. Количественная оценка трофности местообитаний, представляя очень важное обоснование классификации украинской школы, в 1960–1970-е годы была бы сенсацией. Ее предложили в 1990-х. В эти годы она прошла почти незамеченной.

Разработка этих вопросов не помешала спрогнозировать влияние сброса вод канала Днепр–Донбасс на растительность и почвы поймы Северского Донца. Предполагалось, что этот сброс подтопит пойму Донца и потому намечалось доуглубление его русла. На основании проведенного анализа уровня Северского Донца за весь период, в течение которого за ним велись наблюдения, было выявлено, что раньше этот уровень был именно таким (примерно на 1 м выше), как это обуславливает сбрасывание по нему вод Днепра. При этом анализ таксационных данных по дубовым насаждениям, принятым за критерий при оценке действия дополнительного сброса вод показал, что такой уровень Донца обеспечивал их

более высокую продуктивность. Это дало основание рекомендовать отказаться от намечаемого доуглубления русла Донца. В результате не только не потребовалось расходования больших денежных средств, но главное — было предотвращено уничтожение естественных, давно сложившихся прибрежных участков поймы с ценными древесными насаждениями, гнездовьями птиц и др. [9].

Параллельно с изучением трофности местообитаний были количественно оценены и гигротопы эдафической сетки (по количеству доступной влаги и глубине залегания грунтовых вод), а также мощность почв, как ограничивающий рост растений фактор. В результате установлено, что координаты эдафической сетки (системы) — водо- и пищеобеспеченность местообитаний — интегрально отражают разнообразие *состава и строения (рельефа) поверхностных отложений*, а также глубин залегания, режим и минерализацию грунтовых вод, *обуславливающих разнообразие растительности и почв* в пределах однородных по климату территорий или их *внутризональное разнообразие* [11, 12]. Это переводит лесную типологию из частного сугубо лесоводственного учения на уровень общей естественно-научной дисциплины. Дальнейшие наши исследования существенно развивают этот аспект [24].

Позже, работая в разных темах (усыхание дубрав, полезащитное лесоразведение), были продолжены исследования лесотипологических вопросов, предложив в том числе более развернутую, чем общепринятая Д.В. Воробьева (тип лесного участка, тип леса, тип древостоя), систему таксонов, включающую *типы среды и типы растительности* (табл. 3). В единстве они формируют экосистемы: тип лесорастительных условий + тип насаждения + тип леса (лесная экосистема).

В 2015 г. разработан усовершенствованный вариант климатической сетки, применительно к Восточно-Европейской равнине (табл. 4). Наш вариант климатической сетки построен в координатах *теплоты климата*, определяющей природную *зональность*, и *его континентальности*, по которой выделяются области. Типологи выделяют области по изменению зональных (приуроченных к суглинистым водоразделам) типов леса. *Территория, на которой представлен один зональный тип леса принята в качестве основного климатического таксона — типа климата (климатопа) или климатической области* [29, 33]. Как пример может быть приведена зона лесостепи, на западе которой зональны *грабовые дубравы*, за Днепром их сменяют *кленово-липовые*, а за Волгой *липовые* дубравы. Как типы местообитаний однородны по плодородию почвогрунтов, так типы климата однородны по плодородию климата. В зависимости от состава

Т а б л и ц а 3

Классификационные таксоны лесных экосистем
Classification of forest ecosystems taxa

Единицы растительности	Единицы среды	Ведущие факторы
Зональный комплекс типов леса (биоценозов)	<i>Климатоп</i> (тип климата)	Теплота, увлажнение и континентальность климата
Массивы типов-аналогов (боров, суборей, грудов) в разных зонах	<i>Эдатоп, геотоп</i> (тип местообитания)	Богатство и водообеспеченность почвогрунта
<i>Тип насаждения, травостоя</i> (коренные биоценозы) <i>Тип древостоя, сельскохозяйственных культур</i> (производные и искусственные биоценозы)	<i>Экотоп</i> (тип среды, тип лесорастительных условий)	Сочетание климатопа и эдотопа
<i>Примечание.</i> Тип экосистемы (биоэкосистемы) — тип леса, луга, степи: коренной — экотоп + тип насаждения; производный — экотоп + тип древостоя.		

Т а б л и ц а 4

Сопряженная классификационная модель типов климата и зональных типов леса Восточно-Европейской равнины (климатическая сетка)
Conjugate classification model of climate types and zonal forest types of the East European Plain (climate grid)

Климат / Зоны, подзоны		Климатопы		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
		Относительно мягкий	Слабкоконтинентальный	Среднеконтинентальный
I	Крайне холодный / Лесотундра	Ia	Ib	Ic
II	Очень холодный / Северная тайга	IIa	IIb	IIc
III	Холодный / Средняя тайга	IIIa	IIIb	IIIc
IV	Относительно холодный / Южная тайга	IVa	IVb	IVc
V	Умеренный / Хвойно-широколиственные	Va	Vb	Vc
VI	Относительно умеренный / Широколиственные	VIa	VIb	VIc
VII	Относительно теплый / Лесостепь	VIIa	VIIb	VIIc

и рельефа поверхностных отложений внутри одного типа климата формируется весь спектр типов местообитаний. Поэтому для каждого типа климата, как правило, должна составляться особая эдафическая сетка.

Глобальная климатическая (географическая) сетка с вложенными в нее эдафическими (оро-петрографическими) сетками отдельных климатопов, характеризующими их внутризональное разнообразие, представляет своеобразную «*периодическую систему*» экосистем как элементарных ячеек природы. Эту элементарную ячейку природы называют *биоэкосистемой* и определяем как *однородный по плодородию (экологически однородный) участок суши или мелководья вместе со сформировавшимся на нем в процессе длительной эволюции биоценозам, строго соответствующим по своим экологическим потребностям уровню его плодородия и потому наиболее полно его использующим,*

самовосстанавливающимся после уничтожения стихийными и антропогенными факторами. Координатами такой *эдафо-климатической сетки* являются главные *абиотические факторы* — *климат, поверхностные отложения и грунтовые воды*, их лимитирующие жизнь составляющие — *тепло, влага и пища*, зависимыми переменными — *биотические и биокосные* — *растительность, животные, почвы* [12, 16, 17, 25]

Одинаковые типы экосистем, как следует из этой классификации, формируются в одном климате на близких по потенциальному плодородию — *биологически равноценных* — поверхностных отложениях. Их единства — *экосистемы* — могут рассматриваться как *виды* (элементарные экосистемы — свежая кленово-липовая дубрава, сырой белоусовый луг) и *типы* (сложные экосистемы — массивы нагорных дубрав, сосновых боров, сфагновых болот) *природы* [24].

Всю свою жизнь В.В. Докучаев призывал изучать природу в целом, а не отдельные ее звенья. Однако он не мог представить возможности создания единой классификации природы [20]. Типология позволяет это сделать потому, что ею принят единый критерий оценки экологических особенностей всех природных факторов. Им является высшая растительность, масса которой превышает 99 % всего имеющегося на Земле органического вещества. Метод оценки среды по растительности — **фитоиндикация среды** — одно из первых серьезных постижений человеком законов природы. Известно, что ею пользуются, в том числе с выделением особых растений-индикаторов, племена, находящиеся на самых ранних этапах развития цивилизации.

За прошедшие годы несколько раз были организованы поездки на опытные объекты, созданные в районах распространения засоленных почв, с целью оценки эффективности примененных агротехнических и мелиоративных приемов при создании насаждений. К сожалению, большинство из них, в том числе глубокая отвальная и безотвальная вспашка, длительное парование, гипсование, пескование, редкое размещение, длительный систематический уход, оказались неэффективными. Решает проблему создание насаждений в сухой степи с наличием засоленных почв **полив**, при необходимости на фоне дренажа, а также подбор наиболее солевыносливых пород, в частности ясения остроплодного. К сожалению, не удалось размножить его очень декоративную курчавую форму, один экземпляр которой был обнаружен в одном из старых парков. В приморских курортных районах возможно коренное улучшение солончаковых почв намывкой на них морского песка слоем 20–50 см, а также траншейный способ посадки с заменой засоленного грунта в траншеях. Осуществлялись выезды и на пойму Северского Донца на участки сброса днепровских вод. Введение в строй канала Днепр–Донбасс и его эксплуатация подтвердили правильность наших рекомендаций о нецелесообразности доуглубления русла Донца.

На протяжении всех лет работы автор неоднократно обращалась к изучению вопросов истории науки. Основной объем работ проведен по изучению истории становления и развития лесной типологии, особенно ее украинской школы, а также истории отечественного почвоведения [15 и др.]. Наиболее важным результатом этих работ явилось установление зачинателя понимания и классификации лесов как экосистем — в единстве климата, почвогрунтов и растительных сообществ. Им является крупный деятель лесохозяйственного производства России начала прошлого века **Артур Артурович Крюденер**. Установить это удалось благодаря знакомству с его прекрасной монографией «**Основы классификации типов насаждений**» (1916–1917 гг.). Заметим, что

экологическая сущность классификационных построений Крюденера никогда никем не отмечалась. Более того, В.Н. Сукачев жестко критиковал этот классификационный прием за то, что он основывается не на признаках, присущих растительным сообществам, а на внешних по отношению к ним.

Из-за эмиграции барона и действительного тайного советника Крюденера в 1918 г. в Германию, его классификация, получившая в России уже широкое распространение, так как Крюденер, руководивший крупными лесоустроительными работами в лесничествах Удельного ведомства, начал внедрять ее раньше, была в 1920-е годы в СССР изъята из употребления и заменена фитоценотической классификацией А.К. Каяндера — В.Н. Сукачева. Лишь благодаря большим усилиям Г.Н. Высоцкого она сохранилась в Украине как классификация Е.В. Алексеева, переехавшего в 1914 г. на должность главного лесничего Киевского удельного округа из Беловежской пуши в Киев. В Беловежской пуше Крюденер апробировал свою классификацию, поэтому Алексеев ее прекрасно знал. В Киеве он создал ее сокращенный вариант применительно к украинским лесам. Поскольку изначально имя барона-эмигранта Крюденера в этой и других разработках украинских типологов не называлось, со временем и сами типологии привыкли считать их результатом работ представителей украинской школы лесной типологии. Когда в 1980 г. удалось познакомиться с монографией Крюденера, пришлось потратить немало усилий на то, чтобы восстановить его приоритетную роль в создании украинских разработок и собрать в Германии с помощью немецких лесоводов его биографические и другие данные. В России, где он учился и работал, в то время о нем уже ничего не было известно.

Сделать это в те годы было весьма непросто. Общение с лесоводами ФРГ затруднялось не только техническими причинами, но и грозило серьезными негативными последствиями [22]. Благодаря поддержке профессоров МГУЛ М.Д. Мерзленко и В.Д. Никишова в период 2001–2003 гг. удалось переиздать три монографии Крюденера — «Основы классификации типов насаждений», «Инженерная биология» и воспоминания «Необозримые просторы». Было опубликовано о нем несколько больших статей. Также несколько статей посвящено Г.Н. Высоцкому и Н.М. Сибирцеву, по одной — двум — Д.И. Менделееву (его работам в области агрохимии и лесоводства), Н.К. Генко, Г.И. Танфильеву, А.Н. Краснову, П.И. Кожевникову, Е.В. Алексееву, Д.Д. Воробьеву, Л.Г. Раменскому, Д.Г. Виленскому, Д.Д. Лавриненко.

Анализируя разработки украинской лесотипологической школы, были выделены как основные ее достижения создание на основе центрального фрагмента классификации Крюденера учеником

Высоцкого П.С. Погребняком в процессе работ в Полесье организованной в 1926 г. Высоцким исследовательской партии весьма совершенной классификационной модели — *эдафической сетки*, систематизирующей в координатах четырех типов богатства (трофности) и шести типов увлажнения (плюс их варианты) все разнообразие лесов разных природных зон: от древостоев олиготрофа сосны обыкновенной на бедных песчаных землях надпойменных террас (боры), распространенных повсеместно, до раменей (ельников), бучин и дубрав на богатых суглинках плакоров соответствующих природных зон с разными генетическими типами почв. Заметим, что ель на злостных суглинистых подзолах, благодаря лучшей увлажненности лесной зоны, создает более высокопродуктивные насаждения, чем дуб на серых лесных почвах, имеющих метровый гумусовый горизонт. На неоподзоленных песчаных почвах эти породы-мезотрофы даже не приживаются. Не говоря уже о таких мегатрофах, как бук и ясень, которые растут только на карбонатных суглинках, имеющих нейтральную реакцию, при которой биоэлементы, особенно фосфор, наиболее доступны. Вторым крупным достижением украинских типологов является обоснование использования *метода фитоиндикации*, как основного, при оценке плодородия почв. Первые типологи определяющее значение придавали изучению почв.

Однако данный факт никак не отрицает необходимости изучения почв разных типов леса. Очень важным является создание климатических сеток, подобных эдафической, что позволило оценивать зональное и внутризональное разнообразие природы. Крюденер учитывал климат, предложив первое лесорастительное районирование России. Разработана система лесотипологических таксонов, дано их количественное обоснование. Безусловно, украинские типологи внесли весьма существенный вклад в методы изучения и само изучение типологического разнообразия лесов, в том числе очень сложных в природном отношении лесов ряда горных систем (Карпаты, Крым, Кавказ). Выявлена общенаучная значимость принципов и методов лесной типологии, целесообразность их применения во многих науках о природе. Очень большой объем работ проведен по внедрению лесотипологических разработок в лесохозяйственное производство. Был спасен от полного забвения предложенный Крюденером принцип классификации лесов по обусловленности их состава и продуктивности плодородием среды — плодородием климата и почвогрунтов.

Заметим, если бы Высоцкий в 1926 г. не создал и не организовал работы исследовательской партии, украинская школа лесной типологии вряд ли сформировалась бы. Но, как уже отмечалось выше, многие последние годы внимание к вопросам лесной типологии в Украине очень ослабло.

В научных учреждениях и вузах давно не прорабатывается лесотипологическая тематика, не осталось профессиональных типологов. При этом однако и в научных исследованиях и в лесохозяйственном производстве основные лесотипологические принципы продолжают восприниматься как основополагающие. К сожалению, при этом находят поддержку ряд появившихся в последние годы разработок, искажающих основные положения классической типологии [23]. Так при проводившихся в 1990-е годы под руководством Б.Ф. Остапенко работах по составлению кадастра типов леса Украины, в связи с тем, что типов леса оказалось значительно больше, чем клеток эдафической сетки, было решено, что выделенные на ее шкале трофотопов типы леса — боры, суборы, сугруды и груды — являются не типами леса, а трофотопами, а типы леса должны обязательно включать название главной породы, в том числе и «сосновый бор», хотя борами издавна называют сосновые леса. Эта новация, довольно широко распространенная, крайне негативна, так как превращает эдсетку из сопряженной классификации лесов и их местообитаний, какой она исходно является, в классификацию лесных местообитаний.

Предложенное дополнение эдафической сетки, при котором на шкале трофности выделены и *типы леса* (боры — суборы — сугруды — груды) и *типы местообитаний* (бедные, относительно бедные, относительно богатые и богатые; см. табл. 1) должно исключить это грубое непонимание сути лесотипологической классификации, основу которой составляет сопряжение леса и его среда. Кроме того, были восстановлены практически полностью забытые определения местообитаний (бедные — богатые), идущие от первой эдафической сетки П.С. Погребняка (1931), на которой вертикальная шкала характеризует богатство почв — от *очень бедных до очень богатых и далее засоленных*, прежде очень широко распространенное. Достаточно посмотреть монографию Д.Д. Лавриненко «Типы леса Украинской ССР» (1954), в которой леса описаны в их приуроченности к этим четырем типам местообитаний — *бедным, относительно бедным, относительно богатым и богатым*.

Серьезным недостатком является и тот факт, что до сих пор не стало общепринятым понимание того, что эдафическая сетка классифицирует типы леса внутри однородного климата, что выявилось уже при ее создании, в процессе которого *таежные рамени* Крюденера были заменены на *дубравы и груды* украинских лесов. В природе имеются тропические, широколиственные и таежные леса, саванны, лесостепи, степи, пустыни. Безусловно все это разнообразие требует создания специальных эдсеток для разных зон. Климатические сетки систематизируют леса по теплолюбию и морозоустойчивости

входящих в их состав древесных пород, эдафические сетки — по их требовательности к элементам питания и влаге. Между тем Б.Ф. Остапенко, завершая составление кадастра (2002), объединил типы леса трех зон равнинной Украины — Полесья, Лесостепи и Степи, в результате чего сухие боры Полесья и Нижнеднепровья оказались в одном типе. Предлагается определять такие типы, как *аналогичные*, и пользоваться кадастрами типов леса отдельных зон.

К сожалению, при широкомасштабных обследованиях лесов украинские типологи почти полностью отошли от изучения почв, почвогрунтов, в результате чего в кадастре типов леса не выделены кальциефильные варианты, какими являются дубравы с участием ясеня обыкновенного. В Карпатах не установлено, что леса белой пихты являются ацидифильными вариантами среди буковых кальциефильных. Предлагается выделять четыре степени карбонатности — от *слабокальциефильных бедных местообитаний с насаждениями мелового экотипа сосны обыкновенной и богатых грядовых с ясеневыми дубравами*, далее *скумпиевых дубрав, зарослей скумпии и карбонатных пустошей*, при выходах плотных карбонатных пород на поверхность. Но требуется еще основательное изучение этого вопроса.

Изначально украинскими, да и всеми другими типологами, очень мало внимания уделяется изучению связи лесов *со всем комплексом факторов природной среды* — геоморфологией, подстилающими породами, грунтовыми водами. В классификации Крюденера все эти особенности среды учитывались. Созданные в ее развитие эдафическая и климатическая сетки развивают этот аспект, но недостаточно глубоко. Их называют *сопряженными классификационными моделями лесных насаждений и почвогрунтов, и лесных насаждений и климата*, а вместе эти две сетки — *лесотипологической классификационной системой*. Установлено, что эта система основана на учете основных *лимитированных на Земле экологических* (необходимых для жизни) *ресурсов*, разной обеспеченности ими среды. Таких ресурсов всего три. Это *тепло, влага и пища*. Впервые эти три фактора «элементами жизни растений» назвал Г.Н. Высоцкий в 1904 г. Позже два «космических» (тепло и свет) и два «земных» (пища и влага) фактора жизни растений — выделил В.Р. Вильямс. Типологи П.С. Погребняк и Д.Д. Лавриненко неоднократно отмечали особую роль этих факторов для формирования разных типов леса. Но все эти ученые не оценивали их как лимитирующие жизнь.

Лесотипологические классификационные модели построены в координатах лимитированных ресурсов; климатическая сетка по нарастанию количеств тепла и атмосферных осадков, определяющих увлажнение надземной среды, эдафическая — на учете запасов пищи и доступной влаги в почво-

грунтах. Как показали последующие наблюдения, эти факторы формируют и обуславливают все разнообразие живой природы нашей планеты. Тепло в качестве ограничителя жизнедеятельности выступает в приполярных областях и на высокогорьях, элементы питания — на грунтах легкого гранулометрического состава, маломощных, выпаханых землях и в тропических лесах. На остальной преобладающей части суши Земли главным ресурсом, ограничивающим продуктивность биоты, является влага. Свет выступает как ограничитель производительности по отношению к подчиненным ярусам, но не растительности в целом, поэтому он не учитывается при классификации лесов.

Необходимо значительно усилить внимание к климату, обуславливающему зональность и высотную поясность лесов. Как отмечалось выше, нельзя считать одинаковыми в разных зонах типы леса, сходные по породному составу, поскольку они находятся в разных типах лесорастительных условий. При близком составе в разных климатах они существенно различаются по продуктивности и долговечности, а потому требуют дифференцированных приемов хозяйствования. Лесное хозяйство должно вестись с учетом двух основных особенностей природных условий — *зональности*, определяемой климатом, и *внутризонального разнообразия*, связанного с различиями состава и строения (рельефа) поверхностных отложений, глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод, проявляющихся через уровень плодородия почвогрунтов, их обеспеченность пищей и влагой. Это позволит повысить эффективность лесохозяйственного производства, организовав его по наиболее совершенному сценарию — на *зонально-типологической основе*, — который был обоснован еще Г.Ф. Морозовым. В связи с этим нужна разработка хозяйственной группировки типов леса для разных зон [26]. Рекомендуется также выделить *Сухую степь* Украины (южные черноземы и темнокаштановые почвы) в самостоятельную зону, так как по лесорастительным условиям она отличается от типичной Степи больше, чем Степь от Лесостепи. В весьма совершенном лесорастительном районировании, приведенном Д.Д. Лавриненко (1954) выделена *Южная степь*, аналогичная нашей Сухой степи.

Выявлена огромная роль широко распространенного *внутрипочвенного и внутригрунтового стока*, к местам концентрации которого на доступной для древесных пород глубине приурочены *все наиболее высокопродуктивные лесные массивы* — Брянский на путях транзита почвенно-грунтового стока со Среднерусской возвышенности в низменное Полесье, Беловежская пуща на стоке с Прикарпатья, Боярский массив под Киевом, Линдуловская роща под Петербургом, а также высокопродуктивные участки в других насаждениях, и *все*

лесостепные дубравы. Именно этот сток определяет устойчивое произрастание в пределах одной зоны двух различных по своим экологическим потребностям растительных формаций. Леса приурочены к коренным берегам рек, на которых концентрируется внутрпочвенный сток. Это исключает сильное иссушение почв во вторую половину вегетационного периода. Степи, заканчивающиеся в этот период вегетацию, занимали центральные части водоразделов. Севернее, в лесной зоне, наличие стока определяет большую продуктивность древостоев, в степи — смены разных их типов — злаково-разнотравных и ковыльных, типчаково-полынных и полынных. Г.Н. Высоцкий объяснял эти факты скотосбоем (1915). Целесообразно дополнить четыре выделенных им типа водного режима (**промывного, периодически промывного, непромывного и вытопного**) пятым — **боковым**, особенно интенсивно выраженным на двучленных породах (пески и супеси, подстилаемые суглинками) и склоновых землях [28].

В настоящее время лесоводы не обращают внимания на такие зональные смещения, обусловленные, кстати, не только внутрпочвенным стоком. Так на южном склоне Клинско-Дмитровской возвышенности произрастают широколиственные леса, на северном — типично таежные. Центрально-лесной заповедник (Тверская область) с таежными лесами находится в зоне хвойно-широколиственных лесов, вследствие приуроченности к более переувлажненному водоразделу. Лесостепные ландшафты заходят далеко вглубь лесной зоны по карбонатным лессам (Ополя). Хвойные леса на песках теснят лесостепь (Полесье). Эти факты безусловно должны учитываться в лесохозяйственном производстве, в том числе при подборе пород при облесении. Между тем в лесоустроительных материалах не выделены даже такие геоморфологические элементы, как плато, террасы и поймы. Значительные различия их лесорастительных условий требуют существенных различий в приемах и сроках проведения на них многих лесохозяйственных мероприятий и, главное, введения в культуры разных экотипов, в частности пойменного и суборевого экотипов дуба.

Лесотипологические принципы позволяют дать сопряженную классификацию всех основных природных факторов и выделить **типы и виды природы** [24]. Дано определение экосистемы как единства территории, однородной по плодородию, и приуроченного к ней биоценоза, соответствующего по своим потребностям этому уровню [17]. Показано, что лесная типология характеризует взаимосвязи живой и неорганической природы, которые В.В. Докучаев считал **сутью, ядром естествознания**. Главное в этих взаимосвязях — жесткая обусловленность живых организмов плодородием нашей планеты, количеством, соотношением и распределением по сезонам года **тепла, влаги и пищи**.

На учете лимитированных ресурсов можно работать и уравнение связи почв с факторами почвообразования, двумя главными из них — климатом (тепло и влага атмосферных осадков) и поверхностными отложениями, служащими почвообразующими породами (пища и доступная влага, после ее перераспределения рельефом и вычета недоступной растениям влаги, остающейся в почвах во второй половине вегетационного периода после продолжительного засушливого периода). Зная количество тепла, влаги и пищи, и их распределение по сезонам года, можно определить состав и продуктивность растительности, а далее генетический тип и производительность почв. Когда типологи вслед за Крюденером разместили леса по плодородию их местообитаний, природа из живописного хаоса превратилась в строгую и стройную систему, в которой все можно предвидеть, пролонгировать, рассчитать.

Это определяет целесообразность использования принципов и методов лесной типологии во многих науках о природе. Поэтому уже давно обоснованы перспективы их применения в этих науках [17, 21, 30, 31]. Так в ботанике принятые принципы выделения типов насаждений могут позволить разработать более совершенную систему элементарных таксонов, основанную на учете не только состава растительных сообществ, но и их продуктивности. Может быть использован богатый опыт типологов изучения взаимосвязей растительности и почвогрунтов, которые ботаникам совершенно не известны. Имеются относительно недавние публикации крупных ботаников о том, что растительность развивается по своим особым законам, независимо от почв. Между тем растительность, вследствие прикрепленного образа жизни, очень тесно с ними связана. Достаточно проложить один профиль по территории, различающейся рельефом, почвами, грунтами, уровнем грунтовых вод, чтобы убедиться в жесткой обусловленности состава, продуктивности и всех других особенностей растительных сообществ от этих факторов среды. Вспомним в связи с этим народную аксиому: «каков грунт земли, таков и лес».

В ландшафтоведении, общепризнанными основоположниками которого считаются лесоводы-типологи Г.Ф. Морозов и Г.Н. Высоцкий, давно намечался другой путь, который не позволяет обоснованно выделять элементарные таксоны. В настоящее время у географов все компоненты природы признаются равнозначными и одинаковыми по объему, в частности тип климата и тип биоценоза. При этом геосистемы понимаются как нечто динамичное, временное, так как не выявлена обусловленность их формирования составом и строением поверхностных отложений. Не воспринято от типологов положение о наличии в разных зонах **аналогичных** геосистем и ландшафтов. Это определяет невозможность их систе-

матизации и выявления глубинных взаимосвязей разных природных факторов, закономерностей внутризонального разнообразия природы [28, 31]. Ни в одной естественной науке не учитывается **состав** поверхностных отложений, являющихся почвообразующими породами, как единственный источник элементов питания растений, определяющих уровень плодородия почв.

Особенно важны положения лесной типологии об определяющем значении плодородия среды для почвоведения, у которого до сих пор нет классификации почв по их плодородию и изучается оно в сугубо прикладном плане. Проведенное изучение истории отечественного почвоведения, становления его генетического направления, показало, что сосредоточив внимание на изучении почв как таковых, как особых природных тел, оно отошло от изучения почв как среды обитания растений, как их изучали раньше. Это привело к разрушению связей почвоведения с сельскохозяйственным производством. Из почвоведов только Н.М. Сибирцев считал необходимым восстановление этого принципа изучения почв. Он предлагал создание **единого естественно-научного** почвоведения, изучающего почвы как особые природные тела (**генетическое почвоведение**) и как среду обитания растений, которое можно назвать **экологическим** (от *oikos* — среда). Сибирцев разработал также многие другие теоретические положения почвоведения, в том числе методику их полевого и лабораторного изучения, ввел в оборот термин «генетический», обосновал разделение почв на типы и подтипы, дал определения и описание почти всех типов почв, которые выделяются в настоящее время [27].

Поэтому обоснована правомерность считать его, также как и В.В. Докучаева, **создателем генетического почвоведения**. В развитии идей Сибирцева о зональности почв, которые он называл **геобиологическими образованиями, четко выраженная горизонтальная и вертикальная зональность почв является следствием их биокосной (по Вернадскому) природы**. У минеральных соединений зональность практически отсутствует. Алмаз имеет одинаковый состав и в Якутии, и в ЮАР. Это определяет необходимость основательного изучения биокосных тел.

Поскольку Сибирцев придавал очень большое значение составу почв и так же, как и Докучаев, выделял только их типы и подтипы, целесообразно определять почвы следующим образом: чернозем обыкновенный лессово-тяжелосуглинистый, дерново-подзолистая глеевая моренно-среднесуглинистая, дерновая кварцево-песчаная. Выделены также этапы и стадии почвообразовательного процесса — первичный, дерновый (со стадиями разной мощности), переходный от дерновых к зональным, зональный и климаксовый [17].

Показано, что с середины прошлого века в отечественном почвоведении сформировался свое-

образный культ Докучаева, одним из проявлений которого является довольно широко распространенное положение о том, что до выхода в свет его «Русского чернозема» науки о почвах вообще не существовало. Вспомним также, что его 150-летию (1996) были посвящены съезд и два выпуска журнала «Почвоведение», тогда как годом раньше такой же юбилей П.А. Костычева не был отмечен, а Н.М. Сибирцева (2010) — только на его родине, в Архангельске.

Накопление знаний о почвах началось одновременно со становлением земледелия. При этом выявлялась прежде всего способность почв создавать условия для жизни растений, то есть **уровень их плодородия**. Последователи Докучаева, перейдя на изучение почв как особых природных тел, отказались от всех накопленных ранее знаний и прежде всего от использования **механического состава** как главного показателя плодородия почв (поскольку размер фракций определяется их **минеральным составом** — в крупных песчаных фракциях элементы питания отсутствуют) и перешли на их оценку по генетическим типам, определяемым по **строению** вертикального профиля.

Поскольку связь плодородия почв не всегда обусловлена их строением, отечественные почвоведы сосредоточились на изучении собственно почв, не увязывая их свойства с ростом растений и не считая механический состав показателем плодородия. Н.М. Сибирцев в 1895 г. создал классификацию почв в координатах их генетических типов и петрографических групп (от глин до песков), уравнивая по значению генетический тип и породный (*petro* — порода) состав почв. За прошедшие годы все классификации почв основываются на генетических типах так, как они приведены в классификации Сибирцева, но ни одна из них не включает шкалу петрографических групп. Лишь лесовод А.А. Крюденер полностью воспринял принципы классификации почв Сибирцева. Более того, он сделал шкалу петрографических групп основной, т. к. именно **породный состав почвогрунтов, проявляющийся через их механический состав, отражая их обеспеченность элементами питания, определяет состав лесных насаждений, а значит и тип леса**. Шкала генетических типов почв заменена у Крюденера шкалой увлажнения. Напомним, что П.С. Погребняк называл **генетический тип почв мерой влажности типа леса**.

Так появился координатный принцип классификации типов леса, выведший лесную типологию на **положение теоретической основы лесохозяйственного производства**. Полагаем, что если бы почвоведы в свое время восприняли этот сибирцевский прием, отечественное почвоведение давно уже играло бы роль теоретической основы земледелия, как это виделось П.В. Костычеву и В.Р. Вильямсу.

В настоящее время наши почвоведы очень далеки от того, чтобы играть такую роль. Они добились для своей науки статуса академической и считают все вопросы, связанные с плодородием почв, сугубо прикладными. Между тем плодородие, способность воспроизводить растения, создающие в процессе фотосинтеза новое органическое вещество, — ни с чем несопоставимая *функция, миссия почв на Земле*. Поэтому все усилия почвоведов должны быть направлены на изыскание приемов повышения плодородия почв. Возможна и существенная трансформация всей системы сельскохозяйственного производства. Так выделение на землях сельскохозяйственного пользования *агроэкосистем, типов земель*, подобных типам местообитаний эдафической сетки, с опорой не только на тип почв, но шире — на характер почвообразующих пород и их рельеф, сразу однозначно решает вопросы наиболее рационального использования земель, подбора культур и особенностей агротехники их выращивания.

Еще больше внимания уделено проблеме возвращения экологической типологии Г.Ф. Морозова — А.А. Крюденера в российские леса, где она была создана и очень успешно развивалась до тех пор пока на правительственном уровне не была заменена фитоценотическими разработками В.Н. Сукачева [19, 33]. Морозов неоднократно обосновывал положение о том, что лесоводы лучше знают лес, чем ботаники, и поэтому он создал учение о лесе в основном на разработках лесоводов.

Однако история распорядилась так, что уже 100 лет теоретические вопросы лесоводства в России, прежде всего проблемы классификации лесов, решают ботаники. Их недостаточное совершенство, опора на взаимосвязи растений внутри сообществ и отсутствие учета среды обитания лесов, негативно отражаются на развитии российского лесоводства, по сравнению с тем, каким оно было в морозовский период. В 2016 г. во ВНИИЛМ была проведена типологическая конференция, с нашим докладом как основным, раскрывающим преимущества экологической школы лесной типологии. Возможно наши многолетние усилия по пропаганде типологии Г.Ф. Морозова — А.А. Крюденера среди лесоводов и представителей ряда естественнонаучных дисциплин оказывают какое-то влияние (недавно получила приглашение участвовать в работе редакции наук о Земле), но в целом каких-то заметных перемен не происходит.

За прошедшие годы было опубликовано 288 работ, а с учетом серии обобщающих статей, подготовленных к публикации в 2018 году, и отклоненных — 300. Отклонялись в разные годы некоторые статьи в крупных академических журналах не по причине их низкого качества, а потому что приводимые в них положения не соответствовали общепринятым на тот момент. Такая практика, при которой отсутству-

ет свободный обмен мнениями, давно сложилась в научных изданиях, и с этим трудно бороться. Отклоненные статьи обычно публиковались в других изданиях, но не всегда. Среди публикаций преобладают статьи. Довольно много тезисов, но главное — 12 авторских монографий и 7 коллективных.

Статьи публиковались в разных журналах, в том числе в «Наукових працях Лісівничої академії наук України», «Лесном хозяйстве», «Лесоведении», «Лесном журнале», «Лесном вестнике», «Лісівництві і агролісомеліорації», «Вестнике МГУ, серии биологическая и географическая», «Биологических науках», «Ботаническом журнале», «Экологии», «Почвоведении», «Агрохімії і ґрунтознавстві», «Земледелии», «Известиях РАН, серия географическая», «Фізична географія та геоморфологія», «Вісник ХНАУ» и ряде других журналах и сборниках. Большинство статей имеют объем 10–20 страниц. Опубликованные 12 монографий, а с учетом четырех дополненных и переизданных — 16, имеют объем более 260 печатных листов. Объем восьми из них превышает 300 (до 500) страниц. Одна книга и две статьи опубликованы в Германии.

Среди опубликованных работ около половины посвящены вопросам лесоведения. Во вторую половину входят работы по агролесомелиорации, лесному почвоведению, экологии, ландшафтоведению, истории науки. Список опубликованных работ приведен ранее [22, 32].

Работы 2017–2018 гг.:

2017

276. Лесная типология Г.Ф. Морозова–А.А. Крюденера–П.С. Погребняка — теоретическая основа лесоводства // Лесной вестник / Forestry bulletin, 2017. № 5. С. 52–63.

277. Первая экологическая классификация лесов // Лесной вестник / Forestry bulletin, 2017. № 6. С. 26–30.

278. Почвоведение и лесная типология. Харьков: Планета-Принт, 2017. 94 с.

279. Лесная типология, экология и ландшафтоведение. Харьков: Планета-Принт, 2017. 94 с.

280. Лесная типология в Украине. Харьков: Планета-Принт, 2017. С. 4–24.

281. Из истории УкрНИИЛХА // Лесная типология в Украине. Харьков: Планета-Принт, 2017. С. 25–38.

282. Итоги-2 // Лесная типология в Украине. Харьков: Планета-Принт, 2017. С. 39–49.

Не включены ранее

283. Формирование научных представлений о внутризональном разнообразии природы // Известия РАН. Серия географическая, 2005. № 6. С. 86–94.

284. Кожевников Петро Порфирівич // Енциклопедія Сучасної України. Т. 13. Київ, 2013.

285. Итоги. 2-й тираж, дополненный. Харьков: Новое слово, 2012. 294 с.

286. Лісове ґрунтознавство // Ґрунтознавство в Україні / ред. Д.Г. Тихоненко. Харків, 2016. 408 с.

2018

287. О необходимости изучения почв при проведении лесоводственных и агролесомелиоративных исследований // Лесной вестник / Forestry bulletin, 2018. № 1. С. 43–51.

288. Почва как природное тело и среда обитания растений // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 94. С. 124–153.

– Рекомендации по включению ясеня остроплодного (*Fraxinus oxycarpa* Willd.) в состав главных пород для лесных насаждений юга Украины (укр.). Київ: Державне агентство лісових ресурсів. 8 с.

– Лесная типология и ландшафтоведение. Сопряженная экологическая классификация природных факторов. 22 с. Подана в Известия РАН, серия Географическая.

– Биосферология — наука о единстве природы. 17 с. Подана в Известия РАН, серия Географическая.

– Лесная типология и ботаника. Экологическая оценка факторов природной среды. 27 с. Подана в Ботанический журнал.

– Создатели генетического почвоведения В.В. Докучаев и Н.М. Сибирцев. 20 с. Подана в Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева.

– Изучение почв как среды обитания растений. 90 с. Раздел для коллективной монографии «Методология почвенных исследований». Редактор проф. Д.Г. Тихоненко.

– А.А. Крюденер, зачинатель понимания и классификации лесов как экосистем, и его детище — Украинская школа лесной типологии (к 150-летию со дня рождения). 13 с. Соавтор В.П. Ткач. Подана в «Наукові праці Лісівничої академії наук України».

– Результаты разработки проблем лесной типологии и истории научных исследований. 16 с. Подана в сб. «Лісівництво і агролісомеліорація».

– О причинах формирования лесостепного ландшафта. 12 с. Подана в Известия РАН, серия Географическая.

Автору удалось завершить почти все свои работы типологического плана — обобщены материалы по истории становления украинской школы лесной типологии, восстановлены труды ее основоположника, усовершенствованы классификационные модели, дано количественное обоснование трофности, засоленности и водообеспеченности лесных местообитаний, разработана развернутая система лесотипологических таксонов, создан вариант климатической сетки. Подтверждена известная на протяжении многих веков определяющая роль гранулометрического состава почв в их плодородии. **Разный состав** зерен разного размера обуславливает разную обеспеченность почв элементами питания («тощие» пески — «жирные» глины), а соотношение фракций **разного размера** определяет разные водно-физические свойства почв, а через них их водный режим. Обосновано положение о том, что лесная типология,

базируясь на учете лимитированных ресурсов среды, создала единую экологическую классификацию всех основных природных факторов.

Все эти результаты получены в процессе сопряженного изучения растительности, в основном лесной, с комплексом факторов природной среды — рельефом, почвами, грунтами, грунтовыми водами. Заложено более 1000 пробных площадей в слабонарушенных приспевающих насаждениях разных типов леса разных природных зон и в посадках на почвах с признаками засоленности на территории от Закарпатья до Якутска и от Архангельска до Ашхабада. Массовость наблюдений в данном случае явилась одной из главных причин успеха. Иногда выводы приходилось менять, имея уже сотни описаний. Названные выше классики лесоводства стали таковыми потому, что никогда не изучали лес в отрыве от среды и более того — были выдающимися географами, почвоведом, ботаниками.

Однако в целом завершить удалось далеко не все. Так, анализируя материалы по истории УкрНИИЛХА, появились сведения о двух крупных ученых, о которых ранее не было известно, что они заведовали лабораторией (в те годы отделом) лесного почвоведения. Это С.С. Соболев, первый ее заведующий, ставший в дальнейшем академиком, директором Почвенного института им. В.В. Докучаева в Москве, и А.С. Скородумов, который мог заведовать ею на протяжении более 20 лет (1933–1956), тоже крупный ученый-почвовед, разрабатывавший (как он пишет в автореферате своей докторской диссертации) по предложению Г.Н. Высоцкого вопросы влияния лесных насаждений на почвы степной зоны. Однако никаких сведений о его работе в лаборатории почвоведения УкрНИИЛХА, в связи с тем что архивы Института не сохранились, пока нет. Между тем это был очень эффективный период работы почвоведов УкрНИИЛХА. Скородумов занимался вопросами закрепления песков, борьбы с эрозией почв, дал очень обстоятельную лесотипологическую оценку земель, передаваемых под создание госполосы Белгород-Дон, а позже по материалам докторской диссертации опубликовал большую монографию.

Не удается привлечь должного внимания представителей других наук к разработкам лесных типологов, особенно почвоведов, для которых их данные об определяющей роли плодородия почв в жизни планеты очень важны и могут быть основанием для возрождения догенетического почвоведения, изучавшего почвы как **среду обитания растений**. И безусловно, конечно, сделать приверженцами экологической школы лесной типологии российских и зарубежных лесоводов. Хотелось бы переиздать очень интересные ранние работы Г.Н. Высоцкого по смежным с лесоводством наукам, в настоящее время довольно трудно доступные. Весьма интересны и ранние работы А.А. Крюденера, в том числе харак-

теристика, прежде всего экологическая, основных древесных пород европейской России, приведенная в выпусках его сортиментных таблиц, и в целом эти таблицы. Очень волнует то, что материалы почвенно-лесотипологического картирования, которое на протяжении многих лет вел Леспроект, до сих пор не обобщаются. А на их основе можно создать детальные лесотипологические карты и карты типов почв отдельных областей, Украины в целом и разработать весьма совершенное лесорастительное районирование.

Как уже отмечалось, основные работы многие годы велись внепланово, в основном с целью совершенствования и пропаганды научного направления, известного как *экологическая* или *украинская школа лесной типологии*. Основы его заложены в начале прошлого века главой отечественных лесоводов того периода Г.Ф. Морозовым, его учением о типах насаждений. Развитое в последующем А.А. Крюденером, разработавшим путь, по которому оно пошло, это направление, на наш взгляд, наиболее глубоко и обстоятельно характеризует законы функционирования природы Земли, позволяющие не только выявлять существующие взаимосвязи разных природных факторов, но и управлять ими, в частности при проведении природоохранных мероприятий. Причиной этого является изначальное понимание жесткой обусловленности лесов, и в целом всего живого, условиями абиотической среды: «*Лес находится под влиянием климата и под властью земли*» (Г.Ф. Морозов). Не почв, а именно земли — ее строения, состава, гидрологии.

В процессе обобщения народных природоведческих знаний была выявлена определяющая роль *плодородия среды, плодородия климата и почвогрунтов*, количества в них лимитированных экологических ресурсов (тепла, влаги и пищи), на все живое. Очень важным при этом явился принятый типологами метод оценки уровня плодородия, критерием которого принята сама растительность, ее состав и продуктивность, — *метод фитоиндикации*. Приведенное дает основание считать, что лесоводами намечен путь, за которым будущее естественных наук.

Основные публикации автора

- [1] О характере почвообразования под пологом широколиственных древесных насаждений в черноземной зоне // НДВШ. Биологические науки, 1960. № 1. С. 177–183.
- [2] Лесопригодность засоленных почв и способы ее оценки // Лесное хозяйство, 1966. № 11. С. 26–29.
- [3] О растительности и границах лесостепного ландшафта // Лесоводство и агролесомелиорация. Вып. 27. Киев, 1971. С. 29–36.
- [4] География почв и почвенное районирование Центрального экономического района СССР / соавтор, ред. Г.В. Добровольский М.: МГУ, 1972. 470 с.
- [5] Опыт лесоводственной классификации и бонитировки засоленных почв // Почвоведение, 1976. № 2. С. 84–94.
- [6] Сравнительная оценка солевности деревьев и кустарников // Лесоведение, 1976. № 3. С. 50–56.
- [7] Лесонасаждения на засоленных почвах. М.: Лесная промышленность, 1978. 144 с.
- [8] Классификация земель по производительности и лесопригодности // Лесное хозяйство, 1979. № 9. С. 16–19.
- [9] Проверка прогноза влияния межбассейновой переброски речного стока на примере канала Днепр — Донбасс / соавторы: И.Б. Шинкаренко, Н.Д. Таран, Н.П. Шопя // Лесной журнал, 1986. № 3. С. 25–28.
- [10] Почвенное обоснование выделения трофоморф // Экология, 1988. № 3. С. 3–11.
- [11] Почвообразующие породы и плодородие почв // Агрохимия и почвоведение. Вып. 51. Киев, 1988. С. 3–10.
- [12] Единая экологическая классификация факторов природной среды // Вестник МГУ. Сер. 5. География, 1988. № 5. С. 68–74.
- [13] Г.Н. Высоцкий — выдающийся отечественный лесовод и географ // Почвоведение, 1990. № 8. С. 43–52.
- [14] Лесоводство и почвоведение (исторические очерки). М.: Экология, 1994. 247 с.
- [15] Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей). 2-е изд. Харьков: Новое слово, 2010. 364 с.
- [16] Forest ecosystems: Principles of Differentiation and Classification // Forstarchiv, 2000. № 1, pp. 14–19.
- [17] Лесоводство и естественные науки (ботаника, география, почвоведение). Харьков: Майдан, 2000. 612 с. 2-е изд. М.: МГУЛ, 2007. 592 с.
- [18] Типология земель степной и более засушливых зон // Материалы Межд. конференции. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2001. С. 228–229.
- [19] Развитие лесотипологических идей Г.Ф. Морозова и А.А. Крюденера лесоводами Украины // Лесной вестник, 2002. № 5. С. 131–146.
- [20] В.В. Докучаев и лесоводство / соавтор Г.Б. Гладун. М.: МГУЛ, 2009. 385 с. 2-е изд. Сумы: СНАУ, 2010. 432 с.
- [21] Лесная типология, школа В.В. Докучаева и вопросы географии. Харьков: Новое слово, 2009. 302 с.
- [22] Итоги (результаты 60-тилетних исследований на стыке лесоведения и смежных наук). Харьков: Новое слово, 2011. 252 с. 2-й доп. тираж, 2012. 293 с.
- [23] Достижения и проблемы украинской школы лесной типологии (к 80-летию становления). Харьков: Новое слово, 2012. 102 с.
- [24] Типы леса и типы природы (экологические взаимосвязи). Palmarium, 2014. 293 с.
- [25] Закономерности внутризонального разнообразия природы // Сб. «Фізична географія та геоморфологія». Вип. 4 (80). Киев, 2015. С. 5–12.
- [26] Лесотипологическая классификационная система. Пути совершенствования // Сб. «Лісівництво і агролісомеліорація». Вип. 127. Харьков, 2015. С. 3–14.
- [27] Роль Н.М. Сибирцева в становлении отечественного почвоведения // Вестник ХНАУ, 2016. № 1. С. 41–54.
- [28] Вклад Г.Н. Высоцкого в становление отечественного ландшафтоведения // Известия РАН. Серия географическая, 2016. № 1. С. 156–159.
- [29] Обобщение результатов лесотипологических исследований последних лет. Лесотипологическая классификация климата // Лісівництво і агролісомеліорація, 2016. Вип. 128. С. 47–56.
- [30] Почвоведение и лесная типология. Харьков: Планета-Принт, 2017. 94 с.
- [31] Лесная типология, экология и ландшафтоведение. Харьков: Планета-Принт, 2017. 94 с.
- [32] Лесная типология в Украине. Харьков: Планета-Принт, 2017. С. 4–24.
- [33] Лесная типология Г.Ф. Морозова—А.А. Крюденера—П.С. Погребняка — теоретическая основа лесоводства // Лесной вестник / Forestry bulletin, 2017, № 5. С. 52–63.